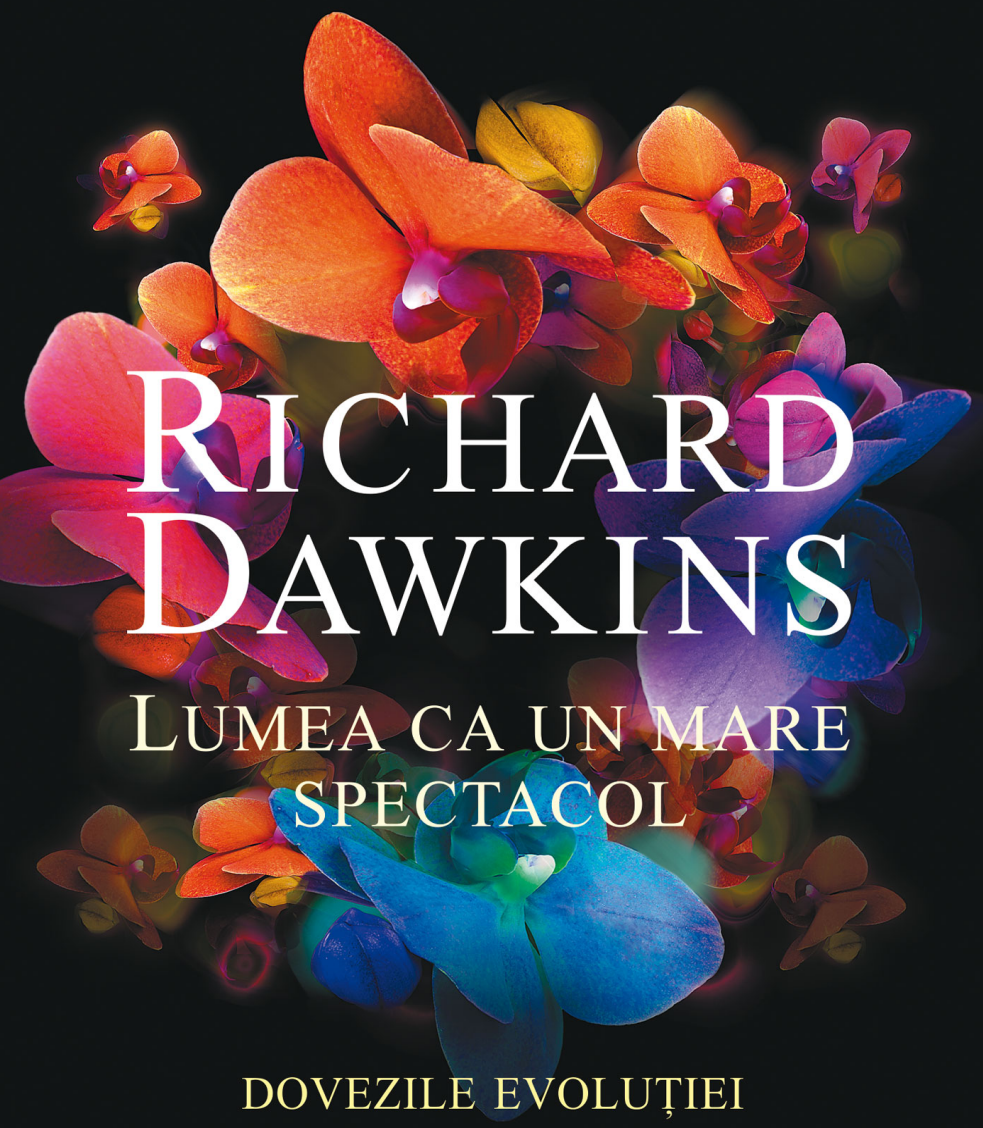
NEW YORK TIMES BESTSELLER



RICHARD DAWKINS

LUMEA CA UN MARE SPECTACOL

DOVEZILE EVOLUȚIEI

book HUMANITAS

LUMEA CA UN MARE SPECTACOL

Richard Dawkins s-a născut în 1941 la Nairobi (Kenya) într-o familie de colonişti englezi. La vârsta de opt ani s-a mutat împreună cu părinții în Anglia. A studiat zoologia la Oxford. Între 1967 şi 1969 a predat în America, la Berkeley, apoi, din 1970, s-a stabilit la Oxford. În afară de opera sa ştiințifică, Dawkins a scris şi cărți adresate marelui public, prin care a devenit probabil cel mai cunoscut biolog al timpului nostru. Între altele, Dawkins a introdus ideea de *meme* – corespondentele în plan cultural a ceea ce sunt în biologie genele. Ca persoană publică, este un avocat al umanismului împotriva fundamentalismelor de tot felul şi al ştiinței împotriva pseudoştiințelor. De ani buni se află în centrul disputei evoluționism–creaționism.

RICHARD DAWKINS

LUMEA CA UN MARE SPECTACOL

DOVEZILE EVOLUȚIEI

Traducere din engleză de
MIHNEA GAFIȚA

HUMANITAS
BUCUREȘTI

Redactor: Vlad Zografi
Coperta: Ioana Nedelcu
Corector: Cristina Jelescu
Prelucrări digitale: Dan Dulgheru
Tehnoredactor: Manuela Măxineanu
DTP: Florina Vasiliu, Carmen Petrescu

Richard Dawkins
The Greatest Show on Earth. The Evidence for Evolution
Copyright © 2009 by Richard Dawkins
All rights reserved.

Fotografia de pe copertă © Abxyz | Dreamstime.com,
Orange Orchid (detaliu)

© HUMANITAS 2017, pentru prezenta versiune românească
(digitală)

ISBN 978-973-50-5667-4 (pdf)

EDITURA HUMANITAS
Piața Presei Libere 1, 013701 București, România
tel. 021/408 83 50, fax 021/408 83 51
www.humanitas.ro

Comenzi online: www.libhumanitas.ro
Comenzi prin e-mail: vanzari@libhumanitas.ro
Comenzi telefonice: 0372 743 382; 0723 684 194

Prefață

Dovezile evoluției se înmulțesc pe zi ce trece şi n-au fost niciodată mai puternice. În acelaşi timp şi în mod paradoxal, opoziția neinformată este şi ea mai puternică decât îmi aduc aminte să fi fost vreodată. Cartea de față reprezintă o trecere în revistă personală a dovezilor care arată că „teoria“ evoluției este o realitate la fel de greu de constestat ca orice altă realitate ştiințifică.

Nu e prima carte pe care o scriu pe tema evoluției, dar trebuie să explic prin ce se deosebeşte de celelalte. Aş spune că e veriga mea lipsă. *The Selfish Gene* (*Gena egoistă*) şi *The Extended Phenotype* (*Fenotipul extins*) ofereau o perspectivă mai puțin cunoscută asupra bine-cunoscutei teorii a selecției naturale, dar nu discutam acolo despre dovezile evoluției înseşi. În următoarele trei cărți, încercam în diferite moduri să identific şi să elimin principalele obstacole în calea înțelegerii. *The Blind Watchmaker* (*Ceasornicarul orb*), *River Out of Eden* (*Un râu pornit din Eden*) şi *Climbing Mount Improbable* (*Urcuşul pe muntele improbabilității* – preferata mea dintre cele trei) răspundeau la întrebări de genul: „La ce foloseşte o jumătate de ochi?“, „Ce se poate face cu o singură aripă?“ sau „Cum poate funcționa selecția naturală, de vreme ce majoritatea mutațiilor au efecte negative?“ Cu toate că înlăturau câteva piedici, aceste trei cărți nu prezentau dovezi concrete că evoluția *este* o realitate. Cartea mea cea mai amplă, *The Ancestor's Tale* (*Povestea strămoşului*), înfățişa cursul complet al istoriei vieții, ca într-un

soi de pelerinaj chaucerian în căutarea strămoşilor, dar şi acolo plecam de la premisa că evoluția este reală.

Privind retrospectiv aceste cărți, mi-am dat seama că dovezile evoluției înseşi nu le trecusem nicăieri în revistă explicit şi că aceasta era o lipsă gravă pe care trebuia neapărat s-o suplinesc. Anul 2009 mi s-a părut momentul cel mai potrivit, pentru că e anul bicentenarului naşterii lui Charles Darwin şi pentru că tot acum se împlinesc 150 de ani de la publicarea cărții sale *Originea speciilor*. Nu e surprinzător că şi alții au gândit la fel; aşa se face că în acest an au apărut câteva cărți excelente, mai ales *Why Evolution Is True* (*De ce este adevărată evoluția*) de Jerry Coyne. Recenzia mai mult decât favorabilă pe care am făcut-o acestei cărți în *The Times Literary Supplement* poate fi găsită şi la adresa: http://www.richarddawkins.net/ article,3594, Heat-the-Hornet,Richard-Dawkins.

Titlul provizoriu sub care agentul meu literar, neobositul vizionar John Brockman, le-a oferit cartea mea editorilor a fost *Only a Theory* (*O teorie şi-atât*). S-a dovedit ulterior că exact acelaşi titlu îl alesese înaintea mea Kenneth Miller pentru replica sa extinsă, de dimensiunile unei cărți, la dezbaterile juridice ale unuia dintre acele senzaționale procese prin care se decide uneori soarta unei programe analitice din domeniul ştiințelor (proces în care el însuşi a jucat un rol eroic).* Avusesem dubii de la bun început în legătură cu un asemenea titlu pentru cartea mea şi eram gata să renunț la el, când am descoperit că titlul perfect îl aveam deja de câtva timp, numai că pe un alt raft. Cu câțiva ani în urmă, un binevoitor anonim îmi trimisese în dar

* Este vorba despre un proces care a avut loc în statul american Pennsylvania în 2005. Mai mulți părinți au dat în judecată o şcoală publică din oraşul Dover – şi au avut câştig de cauză –, pe motiv că elevilor de clasa a IX-a li se citea în mod obligatoriu o declarație care contrazicea programa şcolară evoluționistă şi afirma un punct de vedere creaționist legat de apariția vieții. Kenneth Miller (n. 1948), profesor de biologie la Universitatea Brown, e cunoscut pentru opoziția sa față de creaționism, inclusiv față de aşa-numitul „proiect inteligent“. (*N. t.*)

un tricou pe care era un slogan demn de Circul Barnum: „Evoluția, cel mai mare spectacol al lumii, singura distracție din oraş“. Purtasem uneori tricoul – cu prilejul conferințelor pe aceeaşi temă – şi mi-am dat seama dintr-odată că era titlul ideal pentru cartea de față, chiar dacă, reprodus întreg, ar fi fost prea lung. L-am scurtat şi adaptat puțin: *Lumea ca un mare spectacol*. Fostul titlu, „O teorie şi-atât“, cu un semn al întrebării aşezat ca precauție împotriva citărilor tendențioase ale creaționiştilor, se potriveşte foarte bine în fruntea capitolului 1.

Am fost ajutat pe diferite căi de mulți oameni: Michael Yudkin, Richard Lenski, George Oster, Caroline Pond, Henri D. Grissino-Mayer, Jonathan Hodgkin, Matt Ridley, Peter Holland, Walter Joyce, Aaron Galonsky, David Noakes, Elisabeth Cornwell, Yan Wong, Will Atkinson, Latha Menon, Christopher Graham, Paula Kirby, Lisa Bauer, Owen Selly, Victor Flynn, Michael Kettlewell, Karen Owens, John Endler, Iain Douglas-Hamilton, Sheila Lee, Phil Lord, Christine DeBlase şi Rand Russell. Sally Gaminara şi Hilary Redmon, fiecare cu echipa ei din Marea Britanie, respectiv Statele Unite, m-au sprijinit minunat şi s-au dovedit mai mult decât utile. De trei ori, în timp ce cartea parcurgea etapele finale de pregătire dinaintea tipăririi, au fost relatate în literatura ştiințifică descoperiri noi şi incitante. De fiecare dată am solicitat cu jumătate de glas ca procedurile precise şi complexe ale publicării să fie suspendate, pentru a introduce în carte noua descoperire. Şi tot de fiecare dată, nici vorbă să bombăne la auzul unor asemenea pretenții perturbatoare de ultim moment, cum ar fi făcut orice editor în mod normal, dimpotrivă, Sally şi Hilary au primit sugestiile mele cu entuziasm şi au mutat munții din loc pentru a le putea integra în text. La fel de amabilă s-a dovedit Gillian Somerscales, care a făcut corectura şi colaționarea cărții cu o istețime şi o precizie de mare profesionalism.

Soția mea, Lalla Ward, m-a susținut din nou cu o desăvârşită capacitate de a mă încuraja, cu critici utile în materie de stilistică

şi cu sugestii de un farmec tipic pentru ea. Am conceput şi început această carte în ultimele luni de predare la catedra care poartă numele lui Charles Simonyi şi am terminat-o după ce m-am retras din această funcție. După ce am renunțat la calitatea de profesor la catedra Simonyi, adică după 14 ani* şi şapte cărți publicate, aş vrea să-mi exprim încă o dată aprecierea şi recunoştința față de Charles. Lalla mi se alătură şi speră şi ea, ca şi mine, că îndelungata noastră prietenie va dăinui.

Cartea de față este dedicată lui Josh Timonen, cu mulțumiri adresate lui şi trupei mici, dar devotate, care a lucrat inițial împreună cu el la constituirea site-ului www.richarddawkins.net. Josh este cunoscut pe Internet ca un proiectant de site-uri deosebit de inspirat, dar acesta e doar vârful unui aisberg uluitor. Talentul creator al lui Josh e profund, însă metafora aisbergului nu surprinde amplitudinea multilaterală a contribuțiilor sale la întreprinderea noastră comună, şi nici buna dispoziție amicală cu care le aduce.

---

* Autorul (n. 1941) a renunțat la postul său de profesor la catedra Simonyi în anul 2008, la vârsta de 67 de ani, după ce a îndeplinit această funcție din 1995, de la crearea catedrei, al cărei scop declarat era ca deținătorul ei „să contribuie semnificativ la înțelegerea publică a unui domeniu ştiințific oarecare“. (*N. t.*)

1

O teorie și-atât?

Imaginați-vă că sunteți profesor de istorie a Romei antice şi de limbă latină şi abia aşteptați să vă împărtăşiți entuziasmul față de Antichitate – față de elegiile lui Ovidiu şi de odele lui Horațiu, față de vigurosul spirit sintetic al gramaticii latine, aşa cum este ea ilustrată de oratoria lui Cicero, față de capodoperele de strategie care au fost războaiele punice, față de calitățile de general ale lui Cezar şi de excesele în materie de voluptăți ale împăraților din perioada târzie. Ar fi o preocupare imporantă şi v-ar cere timp, concentrare şi devotament. Constatați însă că timpul prețios vă este prădat întruna, că elevilor le este mereu distrasă atenția de o haită lătrătoare de *ignoramuses* (ca bun cunoscător al limbii latine, ştiți că nu trebuie să spuneți *ignorami*), care, având un puternic sprijin politic şi, mai ales, unul financiar, sunt neobosiți în tentativa de a-i convinge pe bieții elevi că romanii despre care le vorbiți atâta nici măcar n-au existat. Că nici Imperiul Roman n-a existat. Că lumea întreagă s-a născut cu puțin înaintea memoriei vii. Că spaniola, italiana, franceza, româna, portugheza, catalana, occitana şi romanşa – toate aceste limbi, plus dialectele lor – au țâşnit spontan şi separat şi nu datorează nimic unui eventual predecesor, cum ar fi latina. În loc să vă dedicați toată atenția nobilei vocații de clasicist şi profesor, sunteți obligat să vă risipiți timpul şi energia pentru a apăra afirmația că romanii au existat într-adevăr – o apărare îndreptată împotriva manifestării unei prejudecăți atât de ignorante, încât te-ar face să plângi, dacă n-ai fi ocupat s-o combați.

Dacă fantezia mea legată de profesorul de latină pare trasă de păr, iată un exemplu mai realist. Imaginați-vă că sunteți tot profesor, dar că predați o istorie mult mai recentă, iar lecțiile de istoria secolului XX european vă sunt boicotate, sabotate sau întrerupte de grupuri îndârjite politic, bine organizate şi solid finanțate de negaționişti ai Holocaustului. Spre deosebire de ipoteticii negaționişti ai Romei antice, negaționiştii Holocaustului chiar există. Sunt gălăgioşi, superficial plauzibili şi ştiu să lase impresia că ar fi informați. Se bucură chiar de susținerea cel puțin a unui preşedinte de stat puternic în momentul de față şi numără în rândurile lor cel puțin un episcop al Bisericii Romano-Catolice.* Imaginați-vă că, în calitatea de profesor de istorie europeană, vă confruntați fără încetare cu nişte cereri belicoase de a „preda un subiect aflat în dezbatere“ şi de a consacra un interval de timp egal „teoriei alternative“, potrivit căreia Holocaustul n-a avut loc, ci e născocirea unei bande de falsificatori sionişti. Intelectualii adepți ai unui relativism foarte la modă intervin în dispută susținând că nu există un adevăr absolut – că existența sau inexistența Holocaustului ține de convingerile personale ale fiecăruia; că toate punctele de vedere sunt egal valabile şi trebuie „respectate“ deopotrivă.

Dificultățile multor profesori de ştiințele naturii de astăzi nu sunt cu nimic mai prejos. Când se străduiesc să explice principiul central şi călăuzitor al biologiei, când plasează cu deplină onestitate lumea vie în contextul ei istoric – adică al evoluției –, când cercetează şi explică natura vieții, sunt hărțuiți şi blocați, şicanați şi agresați, ba chiar amenințați cu pierderea slujbelor. În cel mai bun caz, sunt făcuți să-şi piardă timpul în fel şi chip.

---

* Aluzie, de exemplu, la preşedintele Iranului din anii 2005–2013, Mahmud Ahmadinejad (n. 1956), şi la episcopul Richard Williamson (n. 1940), excomunicat de papa Ioan-Paul II în 1988, pentru a fi fost consacrat episcop fără acordul Vaticanului, dar reprimit ca episcop de papa Benedict XVI în 2009, în ciuda vederilor sale care contrazic poziția oficială a Bisericii Romano-Catolice în mai multe chestiuni, printre care şi atitudinea față de Holocaust. (*N. t.*)

Unii primesc scrisori de amenințare de la părinții elevilor, dacă nu sunt tratați cu rânjete sarcastice şi cu brațele încrucişate de copii cărora li s-a spălat creierul. Li se oferă manuale aprobate de oficialități, din care cuvântul *evoluție* a fost sistematic eliminat sau înlocuit, după vechile metode ale cenzurii, cu formula *modificări apărute în timp*. Văzând asemenea lucruri, eram mai demult tentați să râdem ca de un fenomen tipic american. Profesori din Marea Britanie şi Europa se confruntă acum cu aceleaşi probleme, în parte din cauza influenței americane, dar, într-o măsură şi mai mare, din cauza influențelor islamice crescânde în şcolile din aceste țări, susținute de adoptarea oficială a „multiculturalismului“ şi de teama de a trece drept rasist.

Se spune adesea, şi pe bună dreptate, că fețele bisericeşti de rang înalt şi teologii acceptă evoluția şi că în multe cazuri îi sprijină pe oamenii de ştiință în privința asta. Deseori e adevărat, după cum pot eu însumi să certific în urma experienței plăcute pe care am avut-o colaborând în două împrejurări cu fostul episcop de Oxford, în prezent lordul Harries. În 2004 am publicat în ziarul *Sunday Times* un articol comun[1] care se încheia cu aceste cuvinte: „În ziua de azi nu mai e nimic de dezbătut. Evoluția este un fapt unanim acceptat şi, din perspectivă creştină, este una dintre cele mai mărețe lucrări ale Domnului.“ Această ultimă frază fusese scrisă de Richard Harries, dar în privința întregului conținut al articolului căzuserăm întru totul de acord. Cu doi ani în urmă, episcopul Harries şi cu mine adresaserăm o scrisoare prim-ministrului de atunci, Tony Blair, în care spuneam:

Domnule Prim-Ministru,
Vă scriem în numele unui grup de oameni de ştiință şi episcopi pentru a ne exprima îngrijorarea legată de predarea ştiințelor naturii la Colegiul Politehnic Municipal Emmanuel din Gateshead.
Evoluția este o teorie ştiințifică de mare forță explicativă şi e capabilă să dea socoteală pentru o gamă largă de fenomene din mai multe

1. „Education: Questionable foundations“ („Educația. Temeiuri îndoielnice“), în *Sunday Times*, 20 iunie 2004. (*N. a.*)

discipline. Ea poate fi perfecționată, confirmată şi chiar modificată radical, dacă sunt luate în calcul dovezile. Nu este, aşa cum susțin purtătorii de cuvânt ai colegiului, o „profesiune de credință“ din aceeaşi categorie cu narațiunea biblică legată de creație, care are o altă funcție şi un alt scop.

Problema depăşeşte cadrul a ceea ce se predă în momentul de față într-un anumit colegiu. Există o îngrijorare crescândă față de ce se va preda şi cum se va preda în noua generație de şcoli care intenționează să pună accentul pe credință. Considerăm că programele analitice din aceste şcoli, ca şi cea din Colegiul Politehnic Municipal Emmanuel, trebuie să fie strict monitorizate, pentru ca disciplinele predate la cursurile de științe ale naturii, respectiv la cele de studii religioase, să fie clar delimitate.

Ai dumneavoastră, cu stimă,

Onor. Rev. Richard Harries, Episcop de Oxford; Sir David Attenborough, FRS; Onor. Rev. Christopher Herbert, Episcop de St. Albans; Lordul May de Oxford, preşedinte al Societății Regale; Prof. John Enderby, FRS, Secretar al Secției de Fizică a Societății Regale; Onor. Rev. John Oliver, Episcop de Hereford; Onor. Rev. Mark Santer, Episcop de Birmingham; Sir Neil Chalmers, Director al Muzeului de Istorie Naturală; Onor. Rev. Thomas Butler, Episcop de Southwark; Sir Martin Rees, FRS, Astronom Regal; Onor. Rev. Kenneth Stevenson, Episcop de Portsmouth; Prof. Patrick Bateson, FRS, Secretar al Secției de Biologie a Societății Regale; Onor. Rev. Crispian Hollis, Episcop Romano-Catolic de Portsmouth; Sir Richard Southwood, FRS; Sir Francis Graham-Smith, FRS, fost Secretar al Secției de Fizică a Societății Regale; Prof. Richard Dawkins, FRS.*

Episcopul Harries şi cu mine am redactat în grabă această scrisoare. Din câte îmi amintesc, au semnat-o, fără excepție, toți cei

---

* Inițialele cuvintelor Fellow of the Royal Society (Membru al Societății Regale). Titulatura completă este The Royal Society of London for the Improvement of Natural Knowledge (Societatea Regală din Londra pentru Îmbunătățirea Cunoaşterii Naturii), iar instituția respectivă este echivalentul unei Academii de Ştiințe a Regatului Unit al Marii Britanii. (*N. t.*)

pe care i-am abordat. N-a existat nici măcar un dezacord, nici din partea oamenilor de ştiinţă, nici din cea a feţelor bisericeşti.

Arhiepiscopul de Canterbury nu are nici o reţinere privind evoluţia, după cum nu au nici Papa (dacă facem abstracţie de tatonările bizare legate de momentul precis din punct de vedere paleontologic în care a apărut sufletul omului), nici preoţii şcoliţi, nici profesorii de teologie. Cartea de faţă se ocupă de dovezile concrete ale realităţii care e evoluţia. Nu-şi propune să fie o carte antireligioasă. Am scris şi o astfel de carte, dar nu-mi propun să reiau tema. Feţele bisericeşti şi teologii care s-au aplecat asupra dovezilor evoluţiei au renunţat să mai lupte împotriva lor. Unii, poate, împotriva propriei voinţe, alţii, ca Richard Harries, cu entuziasm, dar toţi, cu excepţia celor scandalos de neinformaţi, s-au văzut nevoiţi să accepte realitatea evoluţiei. Cu toţii cred eventual că Dumnezeu a pus umărul la declanşarea procesului, şi poate că nu s-a abţinut să mai intervină şi să-l călăuzească pe parcurs. Se gândesc pesemne că Dumnezeu a dat un brânci universului la începuturile sale şi i-a celebrat naşterea printr-un set armonios de legi şi constante fizice, calculate aşa încât să îndeplinească un scop numai de el ştiut, în care şi noi, oamenii, aveam să jucăm un rol în cele din urmă. Dar, morocănoşi în anumite cazuri, bucuroşi în altele, oamenii Bisericii preocupaţi şi raţionali acceptă dovezile evoluţiei.

Dacă unii episcopi şi preoţi luminaţi acceptă evoluţia, nu trebuie să ne închipuim că şi congregaţiile păstorite de ei o acceptă. Din păcate, aşa cum arăt în Apendice, sondajele de opinie demonstrează contrariul. Peste 40% dintre americani resping ideea că oamenii ar fi evoluat din alte animale şi cred că specia umană – implicit, viaţa cu tot ce înseamnă ea – a fost creată de Dumnezeu în ultimii 10 000 de ani. Procentajul nu este chiar atât de dramatic în Marea Britanie, dar tot e alarmant. Şi s-ar cuveni să-i îngrijoreze şi pe clerici, nu numai pe oamenii de ştiinţă. Cartea de faţă e necesară. Îi voi numi „negaţionişti ai istoriei“ pe cei care neagă evoluţia, care cred că vârsta lumii

întregi se măsoară în mii de ani, nu în mii de milioane de ani, care cred că oamenii şi dinozaurii au fost contemporani. Repet, aceştia constituie peste 40% din populaţia Statelor Unite. În alte ţări, procentajele sunt fie mai ridicate, fie mai scăzute, dar acest prag de 40% constituie o medie bună, drept care îi voi numi uneori pe negaţioniştii istoriei „cei patruzeci la sută".

Revenind la episcopii şi teologii luminaţi, cu toţii ar face bine să combată cu ceva mai multă stăruinţă absurdităţile antiştiinţifice pe care altminteri le deplâng. Nu puţini sunt predicatorii care, deşi la nivelul declaraţiilor sunt de acord că evoluţia e reală şi că Adam şi Eva n-au existat în carne şi oase niciodată, se urcă zâmbitori în amvon şi pun în predicile lor probleme de ordin moral sau teologic legate de Adam şi Eva, fără să pomenească măcar o vorbă despre inexistenţa celor doi! Dacă li se cere socoteală, spun că sensul pe care l-au avut în vedere era pur „simbolic", că s-au referit la „păcatul originar" sau la virtuţile inocenţei. Ba chiar adaugă, cu un aer condescendent, că nimeni nu-i atât de bătut în cap, nu-i aşa?, încât să le ia vorbele *ad litteram*! Dar sunt şi enoriaşii lor la curent cu aceste lucruri? De unde să ştie oamenii aşezaţi în strane sau îngenuncheaţi pe covoraşele de rugăciune care pasaje din Scripturi trebuie înţelese concret şi care simbolic? Să le fie oare atât de limpede credincioşilor neşcoliţi, dar care merg la biserică? În cele mai multe cazuri, răspunsul evident este că nu, şi nimeni nu trebuie blamat dacă se simte nelămurit. Cine nu mă crede pe cuvânt să consulte Apendicele.

Gândiţi-vă mai bine, domnule episcop. Aveţi grijă, domnule vicar. Vă jucaţi cu dinamita unei lipse de înţelegere care atât aşteaptă: să iasă la suprafaţă – ba chiar se poate spune că *abia aşteaptă* să iasă la suprafaţă, dacă n-o împiedică nimeni. Nu s-ar cuveni să fiţi mai atenţi, atunci când vorbiţi în public, pentru ca atunci când spuneţi *da* să se înţeleagă *da*, iar când spuneţi *nu* să se înţeagă *nu*? Ca să nu fi acuzaţi de nimic, n-ar fi bine să vă adaptaţi propriile deprinderi şi să contracaraţi această

Fig. 1 – „Eu rămân la părerea mea că este o teorie și-atât.“

neînțelegere deja foarte răspândită oferindu-le oamenilor de ştiință şi profesorilor de ştiințele naturii sprijinul vostru activ şi entuziast?

Negaționiştii istoriei se numără printre cei cărora li se adresează cartea de față. Dar, lucru poate şi mai important, ea îşi propune să-i înarmeze pe cei care nu neagă propriu-zis istoria, care mai ştiu câte ceva – poate din familie sau de la biserică –, dar nu se consideră suficient de informați pentru a pleda ei înşişi cauza.

Evoluția este o realitate. Dincolo de orice bănuială rezonabilă, de orice bănuială gravă, de orice bănuială normală, bine informată, inteligentă – într-un cuvânt, dincolo de orice bănuială oricum am lua-o, evoluția este o realitate. Dovezile care susțin evoluția sunt cel puțin la fel de puternice ca şi dovezile Holocaustului, dacă nu chiar ca mărturiile celor care au trăit Holocaustul. Iată un adevăr simplu: suntem veri cu cimpanzeii, veri ceva mai îndepărtați cu maimuțele mici, veri şi mai îndepărtați cu furnicarul sau vaca de mare, veri încă şi mai îndepărtați cu banana

şi păstârnacul… şi lista poate continua oricât vrem. Dar aceste lucruri nu trebuie neapărat să fie adevărate. Nu sunt adevărate în mod evident, tautologic, irefutabil – şi a existat o vreme când majoritatea oamenilor, chiar cei învăţaţi, nu le considerau adevărate. Însă chiar şi atunci erau. Astăzi ştim că sunt adevărate, pentru că se sprijină pe un munte tot mai înalt de probe. Evoluţia este o realitate, şi asta îşi propune să demonstreze cartea de faţă. Nici un om de ştiinţă serios nu contestă această realitate şi nici un cititor lipsit de prejudecăţi nu se va mai îndoi de ea după ce va fi terminat de citit cartea.

Şi atunci, de ce vorbim despre „*teoria* evoluţionistă a lui Darwin“, oferindu-le astfel, pare-se, o satisfacţie necuvenită celor cu convingeri creaţioniste – negaţioniştii istoriei, cei patruzeci la sută –, care iau cuvântul *teorie* drept o concesie, un dar, o victorie obţinută fără efort?

CE ESTE O TEORIE? CE ESTE O REALITATE?

O teorie şi-atât? Să vedem ce înseamnă cuvântul *teorie*. Dicţionarul oferă două sensuri (de fapt, mai multe, dar acestea contează pentru moment):

Teorie, sensul 1: schemă sau sistem de idei sau afirmaţii despre care se consideră că explică sau lămureşte anumite fapte sau fenomene; ipoteză care a fost confirmată sau stabilită prin observaţie sau experiment şi e avansată sau acceptată ca explicaţie a unor fapte cunoscute; afirmaţie despre ceea ce se presupune a fi legile generale, principiile sau cauzele unor lucruri cunoscute sau observate.

Teorie, sensul 2: ipoteză avansată ca explicaţie; în consecinţă, o simplă ipoteză, speculaţie sau supoziţie; idee sau set de idei despre ceva; punct de vedere sau concepţie individuală.

Cele două sensuri, evident, se deosebesc radical. Răspunsul în variantă scurtă la întrebarea mea legată de teoria evoluţiei este

că oamenii de știință se folosesc de sensul 1, în timp ce creaționiștii – fie sincer, fie răuvoitor – optează pentru sensul 2. Un bun exemplu pentru sensul 1 îl constituie teoria heliocentrică a sistemului solar, teoria după care Pământul și celelalte planete orbitează în jurul Soarelui. Evoluția se pretează la perfecție sensului 1. Teoria evoluționistă a lui Darwin reprezintă într-adevăr o „schemă sau sistem de idei sau afirmații"; ea explică un grup masiv de „fapte sau fenomene"; este o „ipoteză care a fost confirmată sau stabilită prin observație sau experiment" și, prin consensul celor informați, reprezintă o „afirmație despre ceea ce se presupune a fi legile generale, principiile sau cauzele unor lucruri cunoscute sau observate". Cu siguranță că e departe de a fi o „simplă ipoteză, speculație sau supoziție". Oamenii de știință și creaționiștii înțeleg cuvântul *teorie* în două sensuri foarte diferite. Evoluția e o teorie în același sens în care heliocentrismul e o teorie. În ambele cazuri, expresia *și-atât* („o teorie și-atât…") nu are ce căuta.

Cât despre aserțiunea că evoluția nu a fost „demonstrată" până în prezent, se cuvine spus că oamenii de știință au fost într-o asemenea măsură intimidați, încât și-au pierdut încrederea în noțiunea de demonstrație. Filozofi influenți ne spun că nimic nu poate fi demonstrat în știință. Matematicienii pot demonstra lucruri – dintr-o perspectivă foarte îngustă, ei sunt singurii în stare de asta –, dar tot ce pot face oamenii de știință este să nu ajungă să respingă anumite lucruri, reamintind mereu cât de tare s-au străduit. Până și teoria de nerespins că Luna e mai mică decât Soarele nu poate fi demonstrată, spre satisfacția unor filozofi de o anumită orientare, în același sens în care poate fi demonstrată, de exemplu, teorema lui Pitagora. Dar numeroase probe o sprijină cu atâta forță, încât a-i nega statutul de „realitate" ar părea caraghios oricui, cu excepția câtorva pedanți. Același lucru e valabil și în privința evoluției. Evoluția este o realitate în același sens în care este o realitate că Parisul se află în emisfera nordică. Deși logica ne poate juca multe feste, unele

teorii sunt dincolo de orice dubiu rațional, drept care se numesc fapte sau realități. O teorie, cu cât încerci mai viguros și mai aplicat s-o infirmi, dacă rezistă asaltului, cu atât se apropie mai mult de ceea ce bunul-simț îți dictează că trebuie considerat o realitate.

Aș putea folosi în continuare sensurile 1 și 2 pentru cuvântul *teorie*, dar numerele nu pot fi ținute minte. Trebuie să le înlocuim prin cuvinte. Există un bun echivalent pentru *teorie* în sensul 2, și anume *ipoteză*. Oricine înțelege că o ipoteză e o idee îndrăzneață care-și așteaptă confirmarea (sau infirmarea), și tocmai de această imprecizie e acuzat în ultima vreme conceptul de evoluție, dar a fost acuzat și pe timpul lui Darwin. Mai dificil este sensul 1 al cuvântului *teorie*. Ce bine ar fi să folosim în continuare acest termen, ca și cum sensul 2 nici n-ar exista! Se poate chiar susține convingător că sensul 2 nici n-ar *trebui* să existe, cu atât mai mult, cu cât avem deja cuvântul *ipoteză*. Din păcate e larg răspândită utilizarea cuvântului *teorie* cu sensul 2, și ea nu poate fi eliminată din uz la comandă. Iată de ce îmi voi lua libertatea considerabilă, dar perfect justificabilă, de a împrumuta din matematici cuvântul *teoremă* pentru sensul 1. Este de fapt un pseudoîmprumut, așa cum se va vedea, însă beneficiile utilizării lui trag mai greu în balanță decât riscul unei confuzii. Și, pentru a-i împăca pe matematicienii care s-ar putea simți lezați, voi folosi o formă ușor modificată: *teorimă*. Să explic mai întâi utilizarea strict matematică a cuvântului *teoremă*, încercând totodată să lămuresc afirmația de mai sus – anume că, dacă e să fim riguroși, matematicienii sunt singurii apți să *demonstreze* ceva (nu și avocații, în ciuda prestațiilor lor bine remunerate).

Pentru un matematician, o dovadă este o demonstrație logică prin care o concluzie rezultă în mod necesar din mai multe axiome asumate. Teorema lui Pitagora este adevărată în mod necesar, cu condiția să acceptăm axiomele euclidiene – cum ar fi axioma potrivit căreia două linii paralele nu se întâlnesc nici-

odată. Ar fi o pierdere de timp să măsurăm câteva mii de triunghiuri dreptunghice în încercarea de a găsi fie şi unul singur la care teorema lui Pitagora să nu se verifice. Pitagoreicii au demonstrat-o, şi oricine îi poate utiliza concluzia – este valabilă, şi cu asta, basta. Matematicienii folosesc noțiunea de demonstrație pentru a distinge între *ipoteză* şi *teoremă* – distincție care trimite cu gândul, fie şi superficial, la distincția pe care o face dicționarul între cele două sensuri ale cuvântului *teorie*. Ipoteza este o afirmație care la prima vedere pare adevărată, dar n-a fost demonstrată. Odată demonstrată, ea devine teoremă. Un exemplu celebru este Conjectura lui Goldbach, potrivit căreia orice număr întreg par poate fi exprimat ca sumă a două numere prime. Matematicienii n-au reuşit să găsească nici un număr par, până la 300 de mii de milioane de milioane de milioane, care s-o infirme, aşa încât bunul-simț ne spune că putem vorbi liniştiți despre Realitatea lui Goldbach. Şi totuşi, n-a fost propriu-zis demonstrată, cu toate premiile consistente oferite pentru un singur exemplu care s-o infirme, drept care matematicienii refuză pe drept cuvânt s-o înalțe pe soclul rezervat teoremelor. Dacă va reuşi cineva s-o demonstreze, Conjectura lui Goldbach va fi promovată la statutul de Teoremă a lui Goldbach – sau, eventual, de Teoremă a lui X, X fiind matematicianul isteț care va găsi demonstrația.

Carl Sagan invoca sarcastic Conjectura lui Goldbach în replica dată celor care pretindeau că fuseseră la un moment dat răpiți de extratereştri:

> Din când în când primesc o scrisoare de la câte o persoană aflată „în contact“ cu extratereştrii. De fiecare dată sunt invitat să le „adresez o întrebare“. Aşa se face că în decursul anilor mi-am pregătit o scurtă listă de întrebări. Extratereştrii sunt foarte avansați, să nu uităm. Aşa că le pun întrebări de genul: „Puteți să-mi prezentați o scurtă demonstrație a Ultimei Teoreme a lui Fermat?“ Sau a Conjecturii lui Goldbach. […] N-am primit niciodată răspunsul dorit. Pe de altă parte, dacă întreb lucruri de genul „Se cuvine să fim buni?“, aproape fără excepție primesc

răspuns. La orice întrebare vagă, mai ales dacă presupune judecăți morale convenționale, extratereștrii sunt gata să răspundă. În schimb, la orice întrebare precisă, care ne-ar ajuta să aflăm dacă ei chiar știu ceva în plus față de ceea ce știe majoritatea oamenilor, păstrează o tăcere absolută.

Ultima Teoremă a lui Fermat, ca și Conjectura lui Goldbach, este o afirmație legată de numere căreia nimeni n-a reușit să-i găsească vreo excepție. Demonstrarea ei a devenit un fel de Sfânt Graal pentru matematicieni încă din 1637, când Pierre de Fermat scria, în marginea unei cărți vechi de matematică: „Am o demonstrație cu adevărat minunată […], dar n-am loc s-o scriu pe această margine". Abia în 1995 teorema lui a fost demonstrată de matematicianul englez Andrew Wiles. Unii matematicieni consideră că, anterior acestui moment, ar fi trebuit să se numească ipoteză. Având în vedere cât de lungă și complicată e demonstrația lui Wiley, ca și faptul că el s-a bazat foarte mult pe cunoștințele și metodele avansate ale secolului XX, majoritatea matematicienilor sunt de părere că Fermat pretindea în mod nejustificat (deși de bună-credință) că și-ar fi demonstrat ipoteza.

Insist cu aceste amănunte numai pentru a ilustra diferența dintre ipoteză și teoremă. Așa cum am spus, vreau să împrumut din matematică termenul *teoremă*, dar îl voi scrie sub forma *teorimă* pentru a-l deosebi de teoremele matematice. O teorimă științifică precum evoluția sau heliocentrismul este o teorie care ilustrează sensul 1 al termenului din dicționar:

> a fost confirmată sau stabilită prin observație sau experiment și e avansată sau acceptată ca explicație a unei realități cunoscute; afirmare a ceea ce se consideră a fi legi generale, principii sau cauze ale unor lucruri cunoscute sau observate.

O teorimă științifică nu a fost niciodată – și nici nu poate fi – demonstrată în același fel ca o teoremă din matematică. Dar bunul-simț o tratează ca pe o realitate, în același sens în care

sunt realități faptul că Pământul e rotund, şi nu plat, sau faptul că plantele verzi îşi obțin de la soare toată energia necesară. Acestea sunt teorime ştiințifice – sprijinite de mormane de dovezi, acceptate de toți observatorii bine informați, deci realități indiscutabile, în adevăratul sens al cuvântului. Aşa cum se întâmplă cu orice realitate, trebuie să recunoaştem, dacă e vorba să fim pedanți, că se poate foarte bine ca instrumentele noastre de măsură şi organele de simț cu care citim respectivele instrumente să cadă victime unei masive crize de încredere. După cum spunea Bertrand Russell: „Poate că existăm cu toții de numai cinci minute, înzestrați cu amintiri de-a gata, cu şosete găurite şi cu părul deja prea lung.“ Date fiind dovezile disponibile în prezent, pentru ca evoluția să reprezinte orice altceva decât o realitate, creatorul ar trebui să ne joace tuturor o festă similară, de care prea puțini teişti ar fi dispuşi să-l considere capabil.

Este momentul să vedem cum defineşte acelaşi dicționar noțiunea de *realitate*; şi în cazul acesta, există mai multe definiții, dar cea relevantă este următoarea:

Realitate: ceea ce s-a întâmplat cu adevărat sau este cunoscut ca existent; ceea ce este cunoscut cu certitudine drept real; prin urmare, un adevăr cunoscut prin observații concrete sau prin mărturii autentice, spre deosebire de ceea ce este numai presupus, ipotetic sau fictiv; un dat al experienței, spre deosebire de concluziile care pot fi trase pornind de la el.

Să observăm că, la fel ca o teorimă, o realitate nu are, în acest din urmă sens, aceeaşi rigoare ca o teoremă matematică demonstrată, care decurge inevitabil dintr-o serie de axiome acceptate. Mai mult, „observațiile concrete“ şi „mărturiile autentice“ se pot dovedi sinistru de înşelătoare şi nu sunt obligatoriu acceptate într-o instanță de judecată. Experimentele psihologice oferă câteva exemple care ar trebui să-l îngrijoreze pe orice jurist înclinat să pună prea multă bază pe dovezile „martorilor oculari“. Un experiment celebru a fost efectuat de profesorul Daniel J.

Simons de la Universitatea Statului Illinois.[1] Şase jucători aşezaţi în cerc sunt filmaţi aruncându-şi două mingi de baschet unii altora timp de 25 de secunde, iar noi, subiecţii experimentului, privim acest film. Jucătorii îşi părăsesc şi-şi reiau locul în cerc sau îşi schimbă locurile între ei, în timp ce bat mingile de podea sau le pasează, aşa încât scena e suficient de activă şi de complicată. Înainte ca filmul să ne fie prezentat, ni se spune că, pentru a ne testa puterea de observaţie, avem o sarcină de îndeplinit: trebuie să numărăm de câte ori sunt pasate mingile între jucători. La sfârşitul testului, numărul paselor trebuie notat pe hârtie, dar nu în asta constă adevăratul test – iar publicul n-o ştie.

După ce prezintă filmul şi adună hârtiile pe care fiecare a notat numărul de pase, autorul experimentului vine cu întrebarea-bombă: „Câţi dintre dumneavoastră au văzut gorila?“ Celor mai mulţi dintre subiecţi li se lungesc feţele: „Poftim?!“ Autorul experimentului reia filmul, spunându-le subiecţilor să-l urmărească acum relaxaţi, fără să numere nimic. Uimitor, după nouă secunde, apare un bărbat costumat în gorilă, se îndreaptă agale spre centrul cercului de jucători cu mingile de baschet, se opreşte şi se întoarce cu faţa spre cameră, se bate cu pumnii în piept, ca şi cum ar vrea să sfideze orice posibil martor ocular, după care pleacă la fel de nonşalant (vezi planşa color 8). Individul stă în văzul tuturor timp de nouă secunde – mai mult de o treime din tot filmul –, dar majoritatea martorilor oculari nici nu-l zăresc măcar. Şi totuşi, ar fi în stare să declare în instanţă, sub jurământ, pe de-o parte că n-a fost de faţă nici un bărbat costumat în gorilă şi, pe de altă parte, că ei înşişi au privit filmul cu mai multă atenţie decât în mod normal – dovadă că au numărat pasele de baschet. Au fost efectuate experimente similare, conducând la rezultate comparabile şi generând acelaşi tip de reacţie de neîncredere stupefiată când publicului-subiect i-a fost într-un târziu arătată realitatea. „Mărturiile autentice“,

1. Vezi Simons şi Chabris (1999). (*N. a.*)

„observațiile concrete“ şi „datul experienței“ – toate sunt, sau pot fi, exasperant de înşelătoare. Desigur, tocmai această incapacitate a observatorilor de a se concentra simultan în mai multe direcții e exploatată de magicienii de pe scenă prin tehnicile lor de distragere deliberată a atenției.

Definiția din dicționar a realității vorbeşte despre „*observații concrete* sau mărturii autentice, spre deosebire de ceea ce este *numai presupus*“ [sublinierea mea – R.D.]. Conotația peiorativă a adverbului *numai* capătă accente de impertinență. O presupunere atent elaborată poate fi mai demnă de încredere decât „observațiile concrete“, oricât de vehement ar protesta intuiția noastră la auzul unei asemenea afirmații. Şi eu am rămas cu gura căscată când am constatat că nu observasem gorila lui Simons, şi, recunosc, nu mi-a venit să cred că aşa ceva e cu putință. După ce am urmărit filmul a doua oară, m-am întristat, dar m-am şi deşteptat, fiindcă nu mă voi mai lăsa niciodată ispitit să le acord automat credit martorilor oculari, în dauna ipotezelor ştiințifice indirecte. Filmul cu pseudogorila – sau poate ceva similar cu el – s-ar cuveni să le fie prezentat juraților când se retrag să delibereze şi să dea un verdict. Şi tuturor judecătorilor.

E drept că deducțiile trebuie să se bazeze în ultimă instanță pe observațiile organelor noastre de simț. De exemplu, privim lista de date obținute din secvențierea ADN-ului sau de la Marele Accelerator de Hadroni. Dar, în ciuda intuiției curente, observarea directă a tuturor detaliilor unui eveniment oarecare (cum ar fi o crimă) nu e neapărat mai demnă de încredere decât observarea indirectă a consecințelor sale (cum ar fi ADN-ul conținut într-o pată de sânge) în cadrul unui mecanism deductiv bine pus la punct. În privința identității unei persoane, confuziile e mai probabil să apară din declarațiile martorilor oculari decât din deducțiile indirecte, care pleacă de la probele bazate pe ADN. Mai mult, e descurajant de lungă lista persoanelor condamnate pe nedrept pe baza declarațiilor unor martori oculari şi eliberate ulterior – unele, după foarte mulți ani –, grație unor

noi probe ADN. Numai în statul Texas, 35 de persoane condamnate au fost achitate după ce probele ADN au început să fie admise de instanțele de judecată.[1] Iar în acest număr sunt cuprinşi doar cei care mai erau în viață. Dată fiind frenezia cu care e aplicată pedeapsa cu moartea în Texas (în cei şase ani cât a fost guvernator al statului, George W. Bush a semnat în medie câte un decret de execuție la fiecare două săptămâni[2]), putem deduce că o mare parte dintre cei executați ar fi putut fi achitați dacă probele ADN ar fi fost disponibile la timp.

Cartea de față îşi propune să ia în serios deducția – nu deducția *pur şi simplu*, ci deducția ştiințifică în adevăratul sens al termenului –, iar eu vreau să demonstrez puterea de nezdruncinat a deducției potrivit căreia evoluția este o realitate. De bună seamă, pentru majoritatea schimbărilor evolutive nu există martori oculari. Cele mai multe s-au petrecut înainte ca noi să ne fi născut şi, oricum, sunt de regulă atât de lente, încât e imposibil ca un individ să le observe în răstimpul vieții sale. Acelaşi lucru se poate spune şi despre faptul că America de Sud se îndepărtează inexorabil de Africa – vom vedea în capitolul 9 că fenomenul se petrece mult prea încet pentru a fi observat de oameni. În privința evoluției, ca şi a derivei continentelor, nu ne putem baza decât pe deducția *ulterioară* desfăşurării evenimentului, pentru motivul de la sine înțeles că am apărut după evenimentul propriu-zis. Dar nici pentru o clipă nu trebuie subestimată puterea unei asemenea deducții. Faptul că America de Sud se îndepărtează lent de Africa este bine stabilit în prezent, în sensul curent al termenului *realitate* – la fel ca şi ascendența noastră comună cu a porcului țepos şi a rodiei.

Suntem asemeni unor detectivi care sosesc la fața locului după săvârşirea unei crime. Gesturile concrete ale criminalului

---

1. Vezi The Innocence Project, la adresa: http://www.innocenceproject.org. (*N. a.*)

2. În total, 152; vezi „Bush's lethal legacy: More executions" („Moştenirea letală a lui Bush: mai multe execuții"), în *The Independent*, 15 august 2007. (*N. a.*)

s-au pierdut în trecut. Detectivul nu are nici cea mai mică şansă de a vedea cu ochii lui crima. Şi, în orice caz, experimentul cu pseudogorila şi altele asemănătoare ne învaţă să nu ne încredem nici măcar în propriii noştri ochi. Ddetectivul *are* totuşi la dispoziție urmele rămase – iar în ele poate să-şi pună toată încrederea. Există urme de tălpi, amprente digitale (plus, în zilele noastre, amprente ADN), pete de sânge, scrisori, jurnale. Lumea este aşa cum arată şi trebuia să arate, în condițiile în care prezentul e rezultatul unei istorii anume, nu al altei istorii.

Distincția dintre cele două sensuri din dicționar ale cuvântului *teorie* nu e o prăpastie de netrecut, aşa cum o demonstrează numeroase exemple. În istoria ştiinţelor, teorimele apar adesea ca „simple“ ipoteze. La fel ca deriva continentelor, o idee îşi poate începe cariera chiar şi luată în derâdere, după care avansează pas cu pas până la statutul de teorimă sau realitate necontroversată. Din punct de vedere filozofic, nu e greu de înțeles. Dacă anumite credințe foarte răspândite în trecut s-au dovedit indiscutabil greşite, nu trebuie să ne temem neapărat că probele pe care ni le va aduce viitorul vor dovedi că şi credințele noastre din prezent sunt greşite. Vulnerabilitatea credințelor noastre din prezent depinde, printre altele, de soliditatea dovezilor pe care ni le sprijinim. Oamenii credeau pe vremuri că Soarele este mai mic decât Pământul, pentru că nu aveau la îndemână dovezi corespunzătoare. Acum *avem* dovezile care ne lipseau atunci şi care demonstrează că Soarele este într-adevăr mult mai mare, iar în privința acestor dovezi putem fi liniştiți: nu vor fi niciodată infirmate. Nu mai e vorba aici de o ipoteză vremelnică, pe care nimeni n-a reuşit deocamdată s-o infirme. Credințele noastre din prezent se pot dovedi greşite, dar putem alcătui cu deplină încredere o listă a realităților care nu vor fi niciodată infirmate. Evoluția şi teoria heliocentrică nu au figurat de la bun început pe o asemenea listă, însă acum figurează.

Biologii fac adesea deosebirea între evoluție ca *realitate* (toate ființele vii sunt înrudite între ele) şi *teoria* care stă la baza ei (referindu-se de regulă la selecția naturală şi comparând-o cu

teorii alternative, cum ar fi cele ale lui Lamarck privind „caracterele necesare şi ne-necesare“ şi „moştenirea caracterelor dobândite“). Dar însuşi Darwin a privit aceste două teorii ca pe nişte ipoteze, nişte presupuneri, pentru că dovezile existente pe vremea lui erau mult mai puțin solide, iar oamenii de știință, chiar dintre cei mai cunoscuți, încă se mai contraziceau pe tema evoluției și a selecției naturale. Astăzi realitatea evoluției nu mai poate fi pusă în discuție – a evoluat ea însăşi, ajungând o teorimă, adică un fapt susținut de dovezi evidente –, dar asupra selecției naturale ca principală forță motrice a evoluției încă mai pot exista dubii.

În autobiografia sa, Darwin arăta că în 1838, citind cartea lui Malthus* despre populație „ca să se amuze“ (influențat probabil, crede Matt Ridley[1], de Harriet Martineau, prietena de o sclipitoare inteligență a fratelui său, Erasmus), a găsit în ea inspirația pentru a formula teoria selecției naturale: „Acolo am dat, în sfârşit, peste o teorie după care să mă călăuzesc.“ Pentru Darwin, selecția naturală reprezenta o ipoteză care s-ar fi putut dovedi corectă, după cum la fel de bine s-ar fi putut dovedi falsă. La fel privea şi evoluția. Ceea ce numim astăzi realitatea evoluției nu era în 1838 decât o ipoteză pentru care se cereau adunate dovezi. În 1859, când a publicat *Originea speciilor***, Darwin adunase deja destule dovezi pentru a-şi lansa teoria evoluției, dar nu suficiente şi pentru selecția naturală, care mai avea mult până să capete statut de realitate. Într-adevăr,

---

* Thomas Robert Malthus (1766–1834), autorul tratatului *An Essay on the Principle of Population* (*Eseu pe tema principiului populației*, care a numărat şase ediții între 1798 şi 1826). (*N. t.*)

1. Vezi Matt Ridley, „The natural order of things“ („Ordinea naturală a lucrurilor“), în *The Spectator*, 7 ianuarie 2009. (*N. a.*)

** Sub acest titlu prescurtat, lucrarea a fost publicată abia la a şasea ediție, din 1872. Titlul inițial întreg era: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life* (*Despre originea speciilor pe calea selecției naturale, sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență*). (*N. t.*)

cea mai mare parte a celebrei lucrări a lui Darwin se ocupă tocmai cu această trecere de la statutul de ipoteză la cel de realitate. Trecerea s-a prelungit până în zilele noastre, când orice îndoială se va fi spulberat din orice minte cât de cât serioasă, iar oamenii de știință vorbesc despre *realitatea* evoluției. Toți biologii cu o anumită reputație sunt de acord că selecția naturală este una dintre cele mai importante forțe motrice ale evoluției, chiar dacă – așa cum insistă unii biologi – nu este și singura. Poate că nu e singura, dar eu n-am întâlnit până acum un biolog serios care să-mi indice o cale alternativă față de selecția naturală ca forță motrice a evoluției *adaptative*, adică a evoluției în sens pozitiv, de ameliorare.

În continuarea cărții de față voi demonstra că evoluția este o realitate inconturnabilă și-i voi celebra uimitoarea putere, simplitate și frumusețe. Evoluția este în noi, în jurul nostru, printre noi, iar efectele ei sunt încastrate în piatra vremurilor trecute. Dat fiind că, în cele mai multe cazuri, nu trăim destul pentru a vedea cu ochii noștri cum se desfășoară evoluția, voi reveni la comparația cu detectivul care soseşte la locul crimei după consumarea evenimentului și începe să facă deducții. Elementele pe care-și sprijină oamenii de știință deducțiile, când vine vorba de realitatea evoluției, sunt mult mai numeroase, mai convingătoare, mai de neocolit decât orice declarație a oricărui martor ocular, utilizată în orice instanță de judecată, din orice secol, pentru a stabili vinovăția în orice caz de crimă. Dovezi dincolo de orice dubiu rațional? Cum adică dubiu *rațional*? Un asemenea eufemism le bate pe toate.

2

Câini, vaci și verze

De ce a durat atât de mult ca Darwin să-şi facă apariţia pe scenă? Ce anume a împiedicat omenirea să ajungă mai repede la o idee atât de limpede şi de simplă, care, cel puţin la prima vedere, pare mult mai uşor de înţeles decât ideile matematice pe care le formulase Newton cu două secole mai devreme – ba chiar, dacă tot a venit vorba, pe care le formulase Arhimede cu două milenii mai devreme? Au fost propuse multe răspunsuri la această întrebare. Poate că oamenii s-au simţit intimidaţi de durata marilor schimbări – de nepotrivirea flagrantă dintre ceea ce se numeşte acum eră geologică şi durata vieţii şi capacitatea lor de înţelegere. Poate că ne-a împiedicat îndoctrinarea religioasă. Sau poate că a fost vorba de complexitatea descurajantă a unui organ vital cum este ochiul, împovărat de iluzia înşelătoare a proiectului unui inginer. Probabil că toate acestea au contat. Dar Ernst Mayr, un pionier al sintezei neodarwiniste, decedat în 2005 la vârsta de o sută de ani, vedea altfel lucrurile. Pentru Mayr, vinovată a fost străvechea doctrină filozofică a *esenţialismului* – acesta-i termenul modern. Descoperirea evoluţiei a fost întârziată de mâna moartă a lui Platon.[1]

1. Această formulare nu e cea folosită de Ernst Mayr, dar exprimă ideile sale. (*N. a.*)

MÂNA MOARTĂ A LUI PLATON

Pentru Platon, „realitatea“ pe care ni se pare că o vedem sunt doar umbre aruncate pe zidul peşterii noastre de pâlpâirile unui foc. Ca şi alți gânditori clasici greci, Platon era în fond un geometru. Orice triunghi desenat pe nisip este numai umbra imperfectă a *esenței* adevărate a triunghiului. Liniile triunghiului esențial sunt linii euclidiene pure, având lungime, dar nu şi lățime, linii prin definiție infinit de subțiri şi care nu se întâlnesc niciodată dacă sunt paralele. În triunghiul esențial, suma unghiurilor este exact două unghiuri drepte, nici măcar cu o picosecundă de arc de cerc mai mult sau mai puțin. La triunghiul desenat pe nisip nu se întâmplă chiar aşa, dar, pentru Platon, un asemenea triunghi nu e decât o umbră instabilă a triunghiului ideal, cel esențial.

Potrivit lui Mayr, biologia suferă de propria ei versiune a esențialismului. Esențialismul biologic tratează tapirii şi iepurii, pangolinii şi dromaderii ca şi cum ar fi triunghiuri, romburi, parabole sau dodecaedre. Iepurii pe care-i vedem pe câmp nu sunt decât umbre vagi ale „ideii“ perfecte de iepure, ale iepurelui platonic ideal, esențial, care pluteşte undeva în spațiul conceptelor, împreună cu celelalte forme geometrice perfecte. Iepurii în carne şi oase pot fi diferiți, dar diferențele trebuie privite întotdeauna ca abateri accidentale de la esența iepurelui ideal.

Cât de ne-evoluționistă e această imagine! Platonicianul priveşte orice modificare a iepurilor ca pe o îndepărtare haotică de la iepurele esențial, şi va exista întotdeauna o rezistență la schimbare, ca şi cum toți iepurii concreți ar fi legați cu un elastic invizibil de Iepurele Esențial din Cer. Perspectiva evoluționistă asupra vieții se opune radical unei asemenea viziuni. Descendenții se pot abate oricât de la formele ancestrale, iar fiecare abatere devine un posibil strămoş pentru variantele viitoare. De exemplu, Alfred Russel Wallace, cel care a descoperit evoluția prin selecție naturală concomitent cu Darwin, dar

independent de el, şi-a intitulat articolul din 1858 „Despre tendința varietăților de a se îndepărta indefinit de tipul inițial".

Dacă există un „iepure standard", acest nobil nume se referă la centrul distribuției în formă de clopot a urecheaților adevărați, care țopăie şi fug în toate direcțiile. Iar distribuția se modifică în timp. Pe măsura trecerii generațiilor, se poate ajunge într-un punct, definit doar aproximativ, unde norma care ne spune ce numim iepure se va fi îndepărtat atât de mult de standard, încât să fie nevoie de un alt nume. Nu există o calitate iepurească permanentă, nu există o esență a *iepurității* care pluteşte undeva în cer, există doar populații de indivizi blănoşi, urecheați, mustăcioşi, coprofagi, care prezintă o variație statistică în privința dimensiunilor, formelor, culorilor şi obiceiurilor. Ceea ce era la un moment dat capătul cu urechi mai lungi a vechii distribuții poate deveni, după scurgerea unui timp geologic, centrul unei noi distribuții. Dacă numărul generațiilor care se succedă e suficient de mare, distribuția strămoşilor şi cea a descendenților pot să nu se mai suprapună: urechile cele mai lungi ale strămoşilor ar putea fi mai scurte decât cele mai scurte urechi ale descendenților. Totul e fluid, nimic nu rămâne neschimbat, cum spunea un alt filozof grec, Heraclit. După o sută de milioane de ani, poate părea greu de crezut că animalele descendente i-au avut ca strămoşi pe iepuri. Şi totuşi, în cursul procesului evolutiv, în nici o generație tipul predominant al populației de iepuri n-a diferit cu mult de cel din generația anterioară sau de cel din generația ulterioară. Aceasta e ceea ce Mayr numeşte „gândire populațională", contrarul esențialismului. Iată de ce, spune Mayr, a trebuit să treacă atât de mult până la apariția lui Darwin: pentru că noi toți avem ADN-ul mental – sub influența grecilor sau din vreun alt motiv – impregnat de esențialism.

Pentru cel care poartă ochelari de cal platonicieni, orice iepure e totuna cu orice alt iepure. A spune că iepurimea reprezintă un fel de nor al mediilor statistice aflat în mişcare, sau că iepurele tipic de astăzi se deosebeşte de iepurele tipic de acum

un milion de ani şi de iepurele tipic de peste un milion de ani pare să violeze un tabu interior. Într-adevăr, psihologii care studiază dezvoltarea limbajului ne spun despre copii că sunt nişte esenţialişti înnăscuţi. Poate aşa trebuie să fie, dacă vor să-şi păstreze sănătatea în timp ce minţile lor în dezvoltare separă lucrurile în categorii distincte, fiecare cu denumirea ei unică. Nu-i de mirare că, în mitul Genezei, prima sarcină a lui Adam a fost să dea nume tuturor animalelor.

După cum nu e de mirare, crede Mayr, că noi, oamenii, a trebuit să-l aşteptăm pe Darwin până după jumătatea secolului XIX. Caracterul antiesenţialist al evoluţiei poate fi pus în evidenţă prin cele ce urmează. Din perspectiva evoluţionistă „populaţională“, orice animal este legat de orice alt animal – de pildă, iepurele de leopard – printr-un lanţ de intermediari, fiecare atât de asemănător următorului, încât fiecare verigă a lanţului s-ar putea, măcar în principiu, împerechea cu vecinele pentru a produce urmaşi fertili. Nu există încălcare mai flagrantă a tabuurilor esenţialiste – şi nu-i vorba de un experiment mintal pur imaginar. Din perspectivă evoluţionistă, au existat cu adevărat o serie de animale intermediare care leagă iepurele şi leopardul: fiecare dintre ele şi-a dus viaţa lui şi poate fi plasat în exact aceeaşi specie ca vecinii cei mai apropiaţi de-o parte şi de alta în lungul continuum al evoluţiei. Fiecare a fost copilul vecinului din stânga şi părintele vecinului din dreapta, dar întreaga serie formează o punte continuă, care duce de la iepure la leopard, deşi, după cum vom vedea mai târziu, n-a existat niciodată vreun „iepupard“. Există punţi asemănătoare între iepure şi ursul marsupial, între leopard şi homar sau între oricare două animale sau plante. Cititorul şi-a dat probabil seama de ce perspectiva evoluţionistă conduce cu necesitate la o concluzie atât de surprinzătoare, dar simt nevoia să lămuresc lucrurile prin ceea ce voi numi experimentul mintal al „agrafei de păr“.

Să considerăm o iepuroaică, orice femelă de iepure (faptul că vorbim despre femele e arbitrar, nu influenţează raţionamentul).

S-o aşezăm în spate pe mama ei. Apoi, s-o aşezăm pe bunica ei în spatele mamei, şi tot aşa înapoi în timp, an după an şi eră după eră, formând un şir aparent infinit de iepuroaice, fiecare aflată între mama şi fiica ei. Să trecem acum în revistă acest şir de iepuroaice, mergând înapoi în timp şi cercetându-le cu atenţie, ca un general la inspecţia trupelor. Pe măsură ce parcurgem şirul, observăm că iepuroaicele din vremuri străvechi diferă puţin de iepuroaicele din zilele noastre, cu care suntem obişnuiţi. Ritmul schimbărilor e însă atât de lent, încât nu putem observa diferenţele de la o generaţie la alta, după cum nu putem observa mişcarea acului orar al ceasului de la mână – şi după cum nu putem observa creşterea unei fetiţe, ci abia mai târziu vedem că s-a transformat într-o adolescentă, iar şi mai târziu, într-o femeie în toată firea. Un motiv în plus pentru care nu putem observa schimbările survenite la iepuroaice de la o generaţie la alta este acela că variaţiile din cadrul populaţiei de iepuri, într-un secol oarecare, sunt de regulă mai mari decât variaţiile apărute între mame şi fiice. Aşa încât, dacă încercăm să discernem mişcarea „acului orar“ comparând mamele cu fiicele, ba chiar şi bunicele cu nepoatele, diferenţele infime pe care le-am putea observa se vor pierde în noianul diferenţelor dintre cunoscuţii şi celelalte rubedenii ale acelor iepuroaice, pe care le vedem ţopăind pe pajişte.

Şi totuşi, încetul cu încetul, imperceptibil, pe măsură ce ne întoarcem în timp, ajungem la strămoşi care seamănă tot mai puţin cu iepurele şi tot mai mult cu chiţcanul (şi nici cu acela foarte bine). Voi numi una dintre aceste fiinţe „cotitura agrafei de păr“, din motive care se vor lămuri îndată. Acest animal e cel mai recent strămoş comun (pe linia femelelor, dar asta nu contează) al iepurilor şi leoparzilor. Nu putem şti precis cum arăta, însă existenţa lui derivă în mod necesar din concepţia evoluţionistă. Ca toate celelalte animale, şi această fiinţă făcea parte din aceeaşi specie ca mama şi fiica ei. Ne putem continua

drumul, dar acum facem cotitura pe cealaltă ramură a agrafei de păr şi urcăm în timp spre leopard (unul dintre numeroşii şi diverşii descendenți ai acului de păr, căci vom ajunge mereu la bifurcări, dar vom alege de fiecare dată calea care ne va conduce în cele din urmă la leopard). Fiecare femelă cu aspect de chițcan de pe traseul nostru ascendent e urmată de fiica ei. Treptat, aproape imperceptibil, animalele cu aspect de chițcan suferă modificări, dar fiecare intermediar poate să nu semene cu nici un animal cunoscut de noi, ci cu cel dinaintea lui şi cu cel de după el, trecând eventual printr-o fază vag asemănătoare cu hermelina, până când, fără să observăm vreo schimbare bruscă, ajungem la o femelă leopard.

Multe lucruri se pot spune despre acest experiment mintal. În primul rând, am ales la întâmplare să parcurgem drumul înapoi şi înainte de la iepure la leopard, însă, repet, puteam parcurge un drum asemănător de la porcul țepos la delfin, de la cangur la girafă sau de la om la peştele zis egrefin. Ideea este că oricare două animale sunt legate printr-un drum în formă de agrafă de păr, pentru simplul motiv că orice specie are un strămoş comun cu orice altă specie: e suficient să ne întoarcem în timp de la o specie până la strămoşul comun, iar apoi să ne întoarcem prin agrafa de păr şi să urcăm în timp până la cealaltă specie.

În al doilea rând, să observăm că vorbim doar despre localizarea unui lanț de animale care leagă un animal din zilele noastre de alt animal din zilele noastre. N-am făcut ca iepurele să *evolueze* devenind leopard. Am putea spune că am *in*-voluat pe scara timpului către cotitura agrafei de păr, iar de acolo am evoluat către leopard. După cum vom vedea într-un capitol ulterior, trebuie din păcate repetat de nenumărate ori că speciile moderne nu evoluează către alte specii moderne, ci au numai strămoşi comuni – sunt, cu alte cuvinte, veri de diferite grade. Aici se află şi răspunsul la o întrebare îngrijorător de frecventă: „Dacă oamenii au evoluat din cimpanzei, cum se face că mai există şi azi cimpanzei?“

În al treilea rând, în drumul nostru înainte în timp de la animalul aflat la cotitura agrafei de păr, alegem în mod arbitrar calea către leopard. Este o cale reală a istoriei evolutive, dar e important să insistăm asupra faptului că alegem să ignorăm o mulțime de bifurcații care înseamnă tot atâtea căi evolutive către nenumărate alte destinații – fiindcă animalul de la cotitura agrafei de păr e strămoşul comun nu doar al iepurilor şi leoparzilor, dar şi al unei părți importante a mamiferelor de azi.

În al patrulea rând, aşa cum am precizat deja, oricât de semnificative şi de radicale ar fi diferențele dintre capetele agrafei de păr – de pildă, iepure şi leopard –, fiecare pas din lanțul care le leagă e foarte, foarte mic. Fiecare individ de-a lungul lanțului seamănă la fel de mult cu vecinii lui, pe cât e de aşteptat să semene mamele cu fiicele. Şi, după cum am spus deja, seamănă *mai mult* cu vecinii decât cu membrii tipici ai populației înconjurătoare.

E lesne de înțeles că un asemenea experiment mintal este ca un tanc care dărâmă elegantul templu grecesc al formelor platoniciene ideale. După cum e lesne de înțeles şi de ce, dacă Mayr are dreptate când spune că oamenii sunt profund influențați de prejudecățile esențialiste, ar putea avea dreptate şi când explică de ce omenirea a înghițit cu atâta greutate, istoric vorbind, găluşca evoluției.

Termenul *esențialism* a fost introdus ca atare după 1945, aşadar nu i-a fost la îndemână lui Darwin. Dar îl cunoştea prea bine în varianta biologică, sub forma „imuabilității speciilor", şi o mare parte a eforturilor sale au fost îndreptate în direcția combaterii acestei formule. Într-adevăr, în câteva cărți ale lui Darwin – mai curând în altele decât în *Originea speciilor* –, nu vom înțelege pe de-a întregul despre ce e vorba decât dacă lăsăm deoparte ideile preconcepute moderne legate de evoluție şi ținem cont că majoritatea cititorilor săi erau esențialişti care nu se îndoiau de imuabilitatea speciilor. Unul dintre argumentele cele mai solide ale lui Darwin în combaterea imuabilității se

baza pe dovezile obținute în procesul domesticirii, aşa încât de domesticire se va ocupa în continuare capitolul de față.

MODELAREA BAZINULUI GENETIC

Darwin ştia o mulțime de lucruri despre creşterea animalelor şi a plantelor. Avea legături strânse cu crescătorii de porumbei şi horticultorii, şi iubea câinii.[1] Nu numai că primul capitol din *Originea speciilor* este dedicat exclusiv speciilor domesticite de animale şi plante, dar o întreagă carte a lui Darwin se ocupă cu acest subiect: în *Variația animalelor şi plantelor sub influența domesticirii*, din 1868, sunt capitole despre câini şi pisici, cai şi asini, porci, vite, oi şi capre, iepuri, porumbei (chiar două capitole, fiindcă Darwin avea o slăbiciune pentru ei), orătănii şi diverse alte păsări, precum şi despre plante, inclusiv uimitoarea familie a verzelor. Varza e un afront legumicol adus esențialismului şi ideii de imuabilitate a speciilor. *Brassica oleracea*, varza sălbatică, este o plantă care nu se distinge prin nimic, un fel de versiune buruienoasă a verzei domesticite. În doar câteva secole, manevrând cu migală armele care mai fine, care mai fruste din arsenalul creşterii selective, horticultorii au obținut din această plantă o mulțime de legume diferite între ele şi diferite de strămoşul comun: broccoli, conopida, gulia, varza creață, varza de Bruxelles, varza de primăvară, varza-coral şi, desigur, diversele tipuri de legume numite în continuare cu termenul generic *varză*.

Un alt exemplu bine-cunoscut este modelarea lupului, *Canis lupus*, în cele peste două sute de rase de câine, *Canis familiaris*, pe care Clubul Canin din Marea Britanie le consideră distincte, precum şi în şi mai numeroasele variante izolate genetic prin regulile de tip *apartheid* ale creşterii în funcție de pedigri.

În paranteză fie spus, strămoşul sălbatic al tuturor câinilor domestici pare să fie lupul şi numai lupul (cu toate că domesticirea

1. Cine nu iubeşte câinii, când sunt atât de simpatici? (*N. a.*)

lui a avut loc, cel mai probabil, independent şi concomitent în diferite locuri din lume). Evoluționiștii nu au fost întotdeauna de această părere. Darwin şi mulți dintre contemporanii săi bănuiau că printre strămoşii câinilor noştri domestici se numărau mai multe specii de canide sălbatice, între care lupul şi şacalul. Etologul austriac Konrad Lorenz, laureat Nobel, era şi el de aceeaşi părere. În cartea sa intitulată *Şi omul s-a ales cu câinele*, publicată în 1950, Lorenz avansează ideea că rasele de câini domestici se împart în două categorii: cele derivate din şacali (majoritatea) şi cele derivate din lupi (preferatele sale, inclusiv toate rasele *chow*). Se pare totuşi că Lorenz nu avea pentru această împărțire altă dovadă decât diferențele pe care credea că le vede în caracteristicile şi comportamentul raselor. Chestiunea a rămas în suspensie până când au apărut dovezile geneticii moleculare şi au tranşat-o. Acum nu mai încape îndoială: câinii domestici nu au nici măcar un şacal printre strămoşi. Toate rasele de câini sunt lupi modificați – nu şacali, nu coioți, nu vulpi.

Ceea ce vreau să subliniez în legătură cu domesticirea este uimitoarea ei capacitate de a modifica forma fizică şi comportamentul animalelor sălbatice – şi rapiditatea cu care apar aceste modificări. Crescătorii de animale sunt aproape ca nişte modelatori într-un lut infinit maleabil sau ca nişte sculptori care mânuiesc dălțile şi cioplesc fie câini sau cai, fie vaci sau verze, după pofta inimii. Voi reveni îndată la această comparație. Deşi selecția e făcută de om, nu de natură, procesul în sine este altminteri exact acelaşi ca la selecția naturală. Iată de ce la începutul *Originii speciilor* Darwin a dat atâta importanță domesticirii. Oricine poate înțelege principiul evoluției prin selecție artificială. Selecția naturală este acelaşi lucru, doar un amănunt nesemnificativ e schimbat.

Strict vorbind, nu trupul verzei sau al câinelui e modelat de crescătorul-sculptor, ci bazinul genetic al rasei sau al speciei. Ideea de bazin genetic e esențială pentru ceea ce se numeşte „sinteza neodarwinistă“, despre care Darwin nu ştia nimic, după

cum nu ştia nici de existența genelor. El era conştient, bineînțeles, de faptul că trăsăturile caracteristice sunt prezente în familii, că progeniturile seamănă de regulă cu părinții şi cu fraţii sau surorile lor, că trăsăturile particulare ale câinilor şi porumbeilor se moştenesc. Ereditatea era o piatră de temelie a teoriei formulate de el privind selecția naturală. Dar un bazin genetic este altceva. Noțiunea de bazin genetic nu are sens decât în virtutea legii lui Mendel privind gruparea independentă a particulelor ereditare. Darwin nu cunoştea legile mendeliene, fiindcă, deşi contemporan cu Gregor Mendel, călugărul austriac considerat astăzi părintele geneticii, acesta şi-a publicat descoperirile într-o revistă în limba germană, pe care Darwin n-a citit-o.

Gena lui Mendel este o entitate de tip totul-sau-nimic. În momentul conceperii, ceea ce primeşti de la tată nu e o substanță care se combină cu ce primeşti de la mamă, ca şi cum ai combina vopsea roşie cu vopsea galbenă pentru a obține portocaliu. Dacă ereditatea ar funcționa astfel (iar oamenii de pe vremea lui Darwin cam aşa credeau că se petrec lucrurile), cu toții am fi nişte jumătăți de măsură, aflați undeva între cei doi părinți. Atunci, orice diversitate ar dispărea rapid din rândul populației (oricât ne-am strădui să combinăm vopsea portocalie cu vopsea portocalie, nu vom reuşi niciodată să reconstituim roşul şi galbenul inițiale). În realitate, după cum oricine îşi dă seama, nu există o asemenea tendință de scădere a diversității la nivelul unei populații. Mendel a explicat acest lucru arătând că, atunci când genele paterne şi genele materne (el n-a folosit termenul *gene*, introdus abia în 1909) se combină într-un copil, nu e ca şi cum ai combina vopsele, ci ca şi cum ai tot amesteca nişte cărți de joc dintr-un pachet. Ştim astăzi că genele sunt secvențe de cod ADN şi că nu sunt separate fizic, precum cărțile de joc, dar principiul rămâne valabil. Genele nu se combină, ci se amestecă. Se poate spune că nu sunt bine amestecate uneori, când grupuri de cărți rămân lipite unele de altele timp de mai multe generații, până ce hazardul intervine şi le desparte la un amestec ulterior.

Orice ovul (sau spermatozoid, în cazul masculilor) conține fie versiunea paternă a unei gene, fie versiunea maternă, dar nu o combinație a celor două. Iar gena provine de la unul – şi numai unul – dintre cei patru bunici şi de la unul – şi numai unul – dintre cei opt străbunici.[1]

Privind retrospectiv, s-ar zice că acest lucru trebuia să fie evident de la bun început. Când încrucişezi un mascul cu o femelă, te aştepți să rezulte un fiu sau o fiică, nu un hermafrodit.[2] Privind retrospectiv, s-ar zice că oricine putea generaliza principiul totul-sau-nimic la cazul fiecărei caracteristici moştenite. Este fascinant că Darwin însuşi s-a apropiat mult de acest principiu, dar n-a făcut şi ultimul pas. În 1866, el îi scria lui Alfred Wallace:

> Dragul meu Wallace,
> Cred că nu înțelegi ce vreau să spun când mă refer la neamestecul anumitor varietăți. Nu de fertilitate e vorba. Mă explic, dându-ți un exemplu. Am încrucişat două specii de sângele-voinicului, cea în două culori, alb şi roşu, zisă Doamna-Fardată, şi una de culoare violet, adică două varietăți foarte diferite, şi am obținut, pe una şi aceeaşi tulpină, ambele varietăți clar deosebite, dar nici măcar una intermediară. Ceva similar, mă gândesc, trebuie să se întâmple şi cu fluturii dumitale. […] Deşi asemenea cazuri par miraculoase la prima vedere, nu ştiu dacă înseamnă altceva decât faptul că orice femelă din lume naşte pui de sexe distincte, masculi şi femele. (*Apud* Marchant (1916), pp. 169–170.)

---

1. Această descriere e valabilă strict pentru modelul genetic avansat de Mendel şi urmat de toți biologii până la revoluția provocată de James D. Watson şi Francis Crick în 1953, care au propus modelul dublei spirale pentru molecula de ADN. Este aşadar o descriere *aproape*, dar nu întru totul adevărată, fiindcă ştim astăzi că genele sunt nişte lungi secvențe de ADN. Dar, pentru demonstrație, o putem considera adevărată. (*N. a.*)

2. La ferma la care mi-am petrecut cea mai mare parte a copilăriei aveam o vacă deosebit de agresivă şi de nărăvaşă, pe nume Arusha. Avea „personalitate“, era o adevărată problemă. Într-o zi, dl Evans, văcarul, a răbufnit: „Arusha parc-ar fi o încrucişare între un taur şi o vacă!“ (*N. a.*)

Iată cât de aproape a fost Darwin să descopere legea lui Mendel privind necombinarea genelor.[1] Un caz analog este pretenția, formulată de o serie de apologeți ofensați, potrivit căreia selecția naturală fusese deja descoperită de alți oameni de știință din epoca victoriană, de pildă Patrick Matthew și Edward Blyth, înaintea lui Darwin. Într-un anume sens e adevărat, iar Darwin însuși a recunoscut, dar eu cred că dovezile arată că cei doi n-au înțeles cât de *importantă* era descoperirea. Spre deosebire de Darwin și de Wallace, ei n-au văzut în selecția naturală un fenomen *general*, având o semnificație universală și capacitatea de a conduce evoluția tuturor ființelor vii pe calea unei ameliorări calitative. La fel, scrisoarea de mai sus adresată lui Wallace arată că Darwin se apropiase până la un pas de înțelegerea naturii necombinatorii a eredității. Dar nici el nu i-a perceput caracterul general și, mai ales, n-a văzut în ea mult căutatul răspuns la întrebarea de ce variațiile nu dispar automat din populațiile diverselor

1. Există un zvon persistent, dar fals, potrivit căruia Darwin ar fi avut în posesie un exemplar legat al revistei germane în care Mendel își publicase rezultatele cercetărilor, însă paginile respective ar fi fost găsite, la moartea sa, netăiate. Informația își are probabil originea în faptul că Darwin poseda într-adevăr o carte intitulată *Die Pflanzen-Mischlinge* (*Încrucișarea plantelor*), de W.O. Focke. Acesta se referea pe scurt la Mendel, iar pagina respectivă rămăsese, într-adevăr, netăiată în exemplarul lui Darwin. Însă Focke nu dădea vreo importanță aparte cercetărilor lui Mendel și nici vreun semn că ar fi înțeles profunda lor semnificație, drept care nu se poate spune cu certitudine că Darwin le-ar fi preluat de acolo chiar dacă ar fi tăiat acea pagină. În plus, nici nu știa prea bine germană. Dacă ar fi citit scrierile lui Mendel, sigur că istoria biologiei ar fi fost în mare măsură alta. Se poate spune însă că nici Mendel însuși n-a înțeles cât de importante erau descoperirile sale. Dacă ar fi fost pe deplin conștient, poate că i-ar fi scris lui Darwin, pentru că, la biblioteca mănăstirii sale de la Brno, am ținut în mână exemplarul lui Mendel (în limba germană) din *Originea speciilor* și am văzut cu ochii mei însemnările sale de pe margine, dovadă că citise cartea. (Întrebarea dacă Darwin cunoștea sau nu cercetările lui Mendel este abordată în Sclater, 2003.) (*N. a.*)

specii. Acesta a fost lăsat în seama oamenilor de știință din secolul XX, care au dus mai departe descoperirile lui Mendel.[1]

Noțiunea de bazin genetic începe să capete contur. O populație care se reproduce sexual, cum ar fi, de exemplu, toți șobolanii de pe insula Ascension, izolată în Atlanticul de Sud, amestecă întruna toate genele de pe insulă. Nu se poate vorbi de o tendință intrinsecă a fiecărei generații de a deveni mai puțin variată decât generația precedentă, de a fi alcătuită în măsură tot mai mare din indivizi cenușii, intermediari. Genele rămân intacte, mutându-se de la un individ la altul pe măsura trecerii generațiilor, dar fără să se *combine* unele cu altele, fără să se contamineze unele pe altele. În orice moment, toate genele se află distribuite în trupurile șobolanilor individuali sau se mută dintr-un corp de șobolan într-altul, prin materialul seminal. Dacă însă privim mai multe generații, constatăm că toate genele de șobolan de pe insulă sunt amestecate întruna, ca și cum ar fi cărțile dintr-un singur pachet bine amestecat: un singur bazin genetic.

Presupun că bazinul genetic al șobolanilor de pe o insuliță izolată precum Ascension este unul izolat și destul de dinamic, în sensul că strămoșii recenți ai oricărui șobolan ar fi putut trăi oriunde pe insulă, dar nu și oriunde în altă parte decât pe insulă, făcând abstracție de indivizii care se mai refugiază din când în când pe un vapor. În schimb, e mult mai complicată situația bazinului genetic al șobolanilor de pe un teritoriu vast, cum ar fi Eurasia. Un șobolan din Madrid și-ar datora cele mai multe gene unor strămoși care au trăit în vestul extrem al masei continentale eurasiatice, mai degrabă decât, să zicem, în Mongolia sau Siberia, iar asta nu din cauza unor bariere ridicate în

1. Începând, în 1908, cu simpatic-excentricul matematician iubitor de crichet G.H. Hardy și, independent de el, cu doctorul german Wilhelm Weinberg, teoria a culminat în lucrările marelui genetician și statistician Ronald Fisher și, iarăși în mare măsură independent de el, în cele ale cofondatorilor geneticii populațiilor, J.B.S. Haldane și Sewall Wright. (*N. a.*)

calea fluxului genetic (deşi există şi acelea), cât din cauza distanţelor foarte mari. E nevoie de mult timp pentru ca o genă să ajungă dintr-o parte într-alta a unui continent prin amestec sexual. Chiar presupunând că nu există bariere de ordin fizic, de pildă râuri sau lanţuri muntoase, fluxul genetic tot va parcurge un teritoriu vast suficient de încet pentru ca bazinul genetic respectiv să poată fi considerat „vâscos“. Un şobolan din Vladivostok îşi va datora cele mai multe gene unor strămoşi din Orientul Îndepărtat. Există amestec de gene şi în bazinul genetic eurasiatic, la fel ca pe insula Ascension, dar nu la fel de omogen, date fiind uriaşele distanţe care ar trebui străbătute. Apoi, barierele naturale parţiale, cum sunt lanţurile muntoase, marile cursuri de apă sau deşerturile, împiedică şi mai mult amestecul omogen, structurând şi complicând astfel şi mai mult bazinul genetic. Dar asemenea complicaţii nu devalorizează ideea de bazin genetic. Noţiunea de bazin genetic perfect amestecat e o abstracţiune utilă, aşa cum abstracţiune e şi linia perfect dreaptă a unui matematician. Bazinele genetice reale, chiar şi pe insulițe cum este Ascension, nu sunt decât aproximări imperfecte şi doar parţial amestecate. Cu cât insula e mai mică şi mai compactă geografic, cu atât aproximarea se va apropia mai mult de idealul abstract al unui bazin genetic perfect amestecat.

În completarea celor spuse despre bazinul genetic, trebuie precizat că fiecare animal dintr-o populaţie reprezintă un *eşantion* al bazinului genetic al epocii sale (sau, mai degrabă, al epocii părinţilor săi). Nu există o tendinţă intrinsecă a bazinelor genetice de creştere sau scădere a frecvenţei anumitor gene. Dacă însă există o creştere sau o scădere sistematică a frecvenţei cu care apare o anumită genă într-un bazin genetic, atunci avem de-a face tocmai cu ceea ce se numeşte evoluţie. Întrebarea care se pune este: *de ce* există o creştere sau o scădere sistematică a frecvenţei unei gene? Abia de-acum lucrurile încep să devină interesante – şi vom ajunge acolo la momentul potrivit.

Se întâmplă ceva amuzant cu bazinele genetice ale câinilor domestici. Crescătorii de pechinezi ori dalmați cu pedigri se străduiesc din răsputeri să împiedice trecerea genelor dintr-un bazin genetic într-altul. Există registre de împerecheri, care merg cu multe generații înapoi pe firul timpului, iar metisajul este cel mai rău lucru care i se poate întâmpla unui crescător de rase cu pedigri. E ca şi cum fiecare rasă de câini ar fi încarcerată pe propria sa insulă Ascension, izolată de orice altă rasă. Dar nu întinderea de ape, ci regulile oamenilor reprezintă bariera în calea încrucişării. Din punct de vedere geografic, toate rasele de câini trăiesc pe teritorii care se suprapun, dar din cauza felului în care stăpânii câinilor supraveghează condițiile de încrucişare, e ca şi cum fiecare ar trăi pe insula ei izolată. Desigur, din când în când regulile sunt încălcate. Ca un şobolan refugiat pe un vapor care se îndreaptă spre insula Ascension, o cățea de ogar, să zicem, scapă din lesă şi se împreunează cu un prepelicar mascul. Cățeluşii metişi rezultanți, oricât de iubiți ar fi, sunt izgoniți de pe insula etichetată Ogari-cu-Pedigri. Insula rămâne un teritoriu al ogarilor pursânge. Alți ogari pursânge vor contribui la păstrarea necontaminată a bazinului genetic de pe insula virtuală numită Ogari-cu-Pedigri. Există sute de asemenea „insule“ făurite de om, câte una pentru fiecare rasă de câine cu pedigri. Fiecare dintre ele este o insulă virtuală, în sensul că nu e localizabilă geografic. Ogarii cu pedigri, cărora li se mai spune şpiți, se găsesc în multe locuri din lume, iar genele lor sunt transportate cu maşini, vapoare şi avioane dintr-o zonă geografică într-alta. Insula virtuală care e bazinul genetic al pechinezilor se suprapune geografic, nu şi genetic (dacă nu cumva o cățea evadează), cu insula virtuală care e bazinul genetic al boxerilor şi cu insula virtuală care e bazinul genetic al câinilor St. Bernard.

Revin acum la remarca pe care am făcut-o la începutul acestei discuții despre bazinele genetice. Spuneam atunci că, dacă îi privim pe crescătorii de câini ca pe nişte sculptori, ceea ce

modelează ei cu dălțile lor virtuale nu e trupul propriu-zis al câinelui, ci bazinul său genetic. Pare că trupul câinelui este cel sculptat, pentru că un crescător își poate anunța, de pildă, intenția de a scurta botul viitoarelor generații de boxeri. Iar produsul rezultat în urma unui asemenea anunț este într-adevăr un bot mai scurt, de parcă figura strămoșului ar fi fost cizelată cu dalta. Dar, așa cum am văzut, boxerul tipic al fiecărei generații e o eșantionare a bazinului genetic contemporan. Bazinul genetic este modelat și rafinat de-a lungul anilor. Genele răspunzătoare de botul mai lung au fost înlăturate și înlocuite cu genele răspunzătoare de botul mai scurt. Toate rasele de câini, de la șoricar la dalmațian, de la boxer la borzoi, de la pudel la pechinez, de la dogul danez la chihuahua, toate au fost cioplite, cizelate, frământate, modelate – nu literalmente, în carne și oase, ci în bazinele lor genetice.

Dar nu totul e sculptat. Multe rase de câini au fost obținute inițial ca hibrizi ai altor rase, unele foarte recent, de pildă în secolul XIX. Hibridizarea reprezintă o violare deliberată a izolării bazinelor genetice pe insule virtuale. Unele scheme de hibridizare au fost proiectate cu atâta grijă, încât crescătorii nici n-ar vrea să audă că produsele muncii lor sunt numite metișI sau corcituri (așa cum spunea despre sine, plin de umor, președintele Obama[1]). „Labradudelul“, de pildă, e un hibrid între un pudel standard și un retriever de Labrador, obținut în urma căutării asidue a celor mai bune însușiri ale celor două rase pure. Posesorii de labradudeli și-au constituit și ei cluburi și asociații, la fel ca posesorii de câini de rasă pursânge cu pedigri. Există două școli de gândire în lumea labradudelilor, ca și în lumile altor asemenea hibrizi proiectați de oameni: pe de-o parte, sunt cei care se bucură să obțină labradudeli, făcând să

1. Vezi „Puppies and economy fill winner's first day“ („Cățeii și economia îi ocupă câștigătorului cea dintâi zi“), în *The Guardian*, 8 noiembrie 2008. (*N. a.*)

se împerecheze dinadins pudeli cu labradori; pe de altă parte, sunt cei care încearcă să inițieze un bazin genetic al labradudelilor, care va păstra sângele pur atunci când labradudelii se vor împerechea între ei. În prezent, genele de labradudeli de a doua generație se recombină pentru a produce o variație mai mare decât e de aşteptat să rezulte din împerecherea unor câini pursânge cu pedigri. Aşa au fost create multe rase considerate acum „pure“: au trecut printr-o stare intermediară de mare variație, redusă ulterior tot mai mult prin împerechere atent supravegheată, generație după generație.

Uneori, noi rase de câini apar odată cu adoptarea unei singure mutații majore. Mutațiile sunt modificări aleatorii ale genelor, care constituie materialul brut pentru evoluția prin selecție nealeatorie. În natură, rareori se întâmplă ca mutațiile ample să supraviețuiască, dar în laborator ele sunt utile geneticienilor, fiindcă sunt uşor de studiat. Rasele de câini cu picioare foarte scurte, precum basset sau dachshund, le-au preluat dintr-o singură mişcare, odată cu mutația genetică numită acondroplazie, un exemplu clasic de mutație genetică amplă care, mai mult ca sigur, n-ar supraviețui în natură. O mutație similară e răspunzătoare de nanismul uman cel mai obişnuit: trunchiul are dimensiuni aproape normale, în schimb picioarele şi brațele sunt foarte scurte. Alte rute genetice produc rase miniaturale, care păstrează măcar proporțiile originalului.[1] Crescătorii de câini pot obține modificări de dimensiuni şi forme, selectând combinații ale câtorva mutații majore ca acondroplazia şi o sumedenie de gene minore. Nu-i nevoie să te pricepi la genetică pentru a obține schimbarea, e suficient să alegi cine cu cine se împerechează, şi poți crea toate tipurile de caracteristici dorite. Tocmai asta au făcut crescătorii de câini – de fapt, crescătorii de animale

1. Vezi Fred Lanting, „Pituitary dwarfism in the German Shepherd dog“ („Nanismul pituitar la câinele ciobănesc german“), în *Dog World*, decembrie 1984, articol reprodus la adresa http://www.fredlanting.org/2008/07/pituitary-dwarfism-in-the-german-shepherd-dog-part-1/. (*N. a.*)

şi plante în general – timp de secole, înainte ca vreun om să fi priceput ceva din genetică. Iată o lecție privind selecția naturală, pentru că natura, evident, nici nu înțelege, nici nu e conştientă de absolut nimic.

Zoologul american Raymond Coppinger subliniază că puii câinilor de rase diferite seamănă mult mai mult între ei decât câinii adulți ai aceloraşi rase. Puii nu-şi permit să fie diferiți, pentru că n-au altceva de făcut decât să sugă, iar suptul presupune cam aceleaşi provocări pentru toate rasele. Pentru a suge cum trebuie, un pui nu trebuie să aibă un bot lung, aşa cum are un borzoi sau un retriever adult. De aceea, toți puii, indiferent de rasă, arată ca nişte mopşi. Se poate spune că un mops adult e un pui căruia nu i-a crescut botul cum trebuie. După înțărcare, celor mai mulți câini li se lungeşte mult botul. Nu şi mopşilor, buldogilor şi pechinezilor; lor li se dezvoltă alte părți ale trupurilor, în timp ce botul rămâne la proporții infantile. Termenul ştiințific pentru acest lucru este *neotenie* şi ne vom întâlni din nou cu el în capitolul 7, când vom vorbi despre evoluția omului.

Dacă toate părțile corpului unui animal cresc proporțional, aşa încât adultul e o copie a puiului mărită uniform, avem de-a face cu o creştere izometrică. Dar o creştere cu adevărat izometrică este ceva foarte rar. În creşterea alometrică, în schimb, diferite părți ale corpului cresc în proporții diferite. Adeseori, ritmurile de creştere ale diferitelor părți ale corpului unui animal se află într-o relație matematică simplă, fenomen cercetat mai ales de Sir Julian Huxley în anii 1930. Diferitele rase de câini ajung la formele lor cu ajutorul unor gene care modifică relațiile de creştere alometrică dintre părțile corpului. De exemplu, buldogii îşi capătă aerul încruntat, churchillian, dintr-o tendință genetică de creştere mai lentă a oaselor nazale. Acest fenomen are efecte vizibile asupra creşterii relative a oaselor dimprejur, ba chiar a tuturor țesuturilor dimprejur. Unul dintre efectele sale vizibile e înălțarea cerului gurii într-o poziție incomodă, aşa încât colții câinelui ies în afară, iar animalului îi curg balele.

Buldogii prezintă şi dificultăţi de respiraţie, la fel ca pechinezii. Buldogii întâmpină dificultăţi şi la naştere, puii având capetele disproporţionat de mari. Majoritatea buldogilor pe care-i vedem astăzi, dacă nu chiar toţi, au venit pe lume prin operaţie cezariană.

La borzoi, situaţia e contrară, au boturi extrem de lungi. Neobişnuit la ei e faptul că alungirea botului începe încă din perioada intrauterină, rezultatul fiind probabil acela că puii de borzoi sunt mai puţin eficienţi la supt decât puii altor rase de câini. Coppinger a emis ipoteza că dorinţa umană de a înmulţi câinii din rasa borzoi pentru boturile lor lungi s-a lovit de limitarea impusă de capacitatea puilor de a supravieţui perioadei de alăptare.

Ce avem de învăţat din aventura domesticirii câinelui? Mai întâi, că există o mare varietate a raselor de câini, de la marele dog danez la terierul de Yorkshire, de la terierul scoţian la cel de Airedale, de la copoiul de Rhodezia la dachshund, de la ogar la St. Bernard, ceea ce demonstrează ce simplu este pentru selecţia nealeatorie a genelor – acea „modelare şi rafinare“ a bazinelor genetice – să producă modificări spectaculoase în anatomie şi comportament, şi asta foarte repede. Surprinzător este că puţine gene participă la acest fenomen. Schimbările sunt însă atât de profunde – diferenţele dintre rase, atât de radicale –, încât ar fi de aşteptat ca evoluţia lor să se petreacă în milioane de ani, nu în doar câteva secole. Dacă asemenea schimbări evolutive pot fi realizate în câteva secole, poate chiar decenii, să ne închipuim ce pot face zece sau o sută de milioane de ani.

Urmărind procesul de-a lungul secolelor, nu exagerăm spunând că crescătorii de câini au luat corpul câinelui ca pe un lut maleabil şi l-au tras, l-au împins, l-au modelat în tipare aproape după cum au vrut. Desigur, aşa cum arătam înainte, nu corpul câinelui a fost modelat, ci bazinul genetic al câinelui. Iar „cioplit“ ar fi un cuvânt mai potrivit decât „modelat“. Unii sculptori lucrează luând un bulgăre mare de lut şi modelându-l cu mâinile, pentru a-i da forma dorită. Alţii iau un bloc de piatră sau de lemn şi-l cioplesc, *smulgând* din material cu dalta. Desigur,

crescătorii de câini nu cioplesc rase noi smulgând bucăți de carne din trupul câinelui, ei fac ceva care seamănă cu cioplirea bazinelor genetice canine. Nu e vorba însă de o simplă îndepărtare a materialului. Michelangelo a luat un bloc de marmură din care a tot smuls aşchii până l-a scos la iveală pe David cel ascuns în interior. Nu a pus nimic de la el. Pe de altă parte, în bazinele genetice se adaugă mereu câte ceva – de pildă, prin mutații –, iar moartea nealeatorie scade mereu câte ceva. Este punctul în care analogia cu sculptura se opreşte, şi nici nu trebuie dusă mai departe cu prea multă insistență, aşa cum vom vedea în capitolul 8.

Ideea de sculptură trimite cu gândul la fizicul excesiv de musculos al practicanților culturismului şi la echivalentele lor din lumea animală, precum rasa de vaci numită alb-albastru belgian. Această fabrică ambulantă de carne de vită a fost creată printr-o modificare genetică, „dubla muscularizare“. Există o substanță numită miostatină care limitează creşterea masei musculare. Dacă e inhibată gena care produce miostatină, muşchii cresc mai mult decât normal. Se întâmplă adesea ca o genă să producă mutații în mai multe moduri, rezultatul fiind acelaşi: de pildă, există moduri diferite în care poate fi inhibată gena producătoare de miostatină, cu acelaşi efect. Un alt exemplu este rasa de porci numită negru exotic, după cum există exemple individuale de câini de diferite rase, care prezintă aceeaşi musculatură exacerbată, din acelaşi motiv. Practicanții culturismului ajung la un fizic asemănător printr-un regim draconic de exerciții, plus, adesea, prin consumul de steroizi anabolizanți: ambele sunt manipulări ale mediului care imită genele vacii alb-albastre belgiene şi ale porcului negru exotic. Rezultatul este acelaşi, lucru care constituie o lecție în sine. Modificările genetice şi cele ale mediului pot conduce la rezultate identice. Dacă vrei să creşti un copil care să câştige un concurs de culturism şi ai la dispoziție câteva secole, poți să începi cu manipularea genetică, selectând acelaşi tip de gene

care produc ființe bizare precum vaca alb-albastră belgiană şi porcul negru exotic. Într-adevăr, există câțiva oameni despre care se ştie că li s-a inhibat sau chiar extras gena producătoare de miostatină şi au ajuns la o dezvoltare anormală a musculaturii. Dacă ai porni de la un copil mutant şi i-ai pompa în vene fier (după toate aparențele, vacile şi porcii n-au putut fi păcăliți şi cu asta), ai ajunge probabil să obții ceva mai grotesc şi decât Mr Univers.

Opoziția politică față de creşterea eugenetică a oamenilor ajunge uneori să se confunde cu afirmația – mai mult ca sigur falsă – că aşa ceva e imposibil. Nu numai că este imoral, îi veți auzi pe unii, dar nici nu se poate face. Din păcate, a spune că un lucru este moralmente greşit sau indezirabil din punct de vedere politic, nu-i totuna cu a spune că nu e posibil. N-am nici un dubiu că, dacă-şi pune cineva mintea şi are la dispoziție destul timp şi destulă forță politică, ar putea crea o rasă aparte de culturişti, de săritori în înălțime sau de trăgători la țintă excepționali; sau de culegători de perle, luptători de sumo, alergători de cursă lungă; sau (bănuiesc doar, fiindcă nu există precedente în regnul animal) de muzicieni, poeți, matematicieni sau degustători de vinuri – toți de excepție. Motivul pentru care sunt pe deplin încrezător în privința cultivării selective a unor calități atletice excepționale la oameni este acela că rezultatele vizate sunt atât de similare celor care funcționează fără echivoc la rasele de cai de curse ori de tracțiune sau la rasele de ogari şi de câini de sanie. Motivul pentru care sunt în continuare destul de încrezător în privința fezabilității practice (nu şi a oportunității morale sau politice) a cultivării selective a unor calități mentale sau în orice alt mod specific uman este acela că sunt atât de puține exemplele de cazuri în care creşterea selectivă a eşuat în regnul animal, chiar şi la unele trăsături care ar fi considerate surprinzătoare. Cine s-ar fi gândit, de pildă, că pot exista câini crescuți special pentru capacitatea

de a păstra laolaltă turmele de oi, de a stârni vânatul sau de a mâna boii?

Ai nevoie de o producție mare de lapte de vacă, mult mai mare decât îi trebuie unei vaci ca să-și alăpteze vițeii? Creșterea selectivă e soluția. Vacile pot fi modificate genetic așa încât să le crească ugere nefiresc de mari și de incomode pentru ele, dar care dau întruna cantități uriașe de lapte, pe termen nedefinit, mult după ce vițelul a fost înțărcat. Întâmplarea face că iepele n-au fost crescute selectiv ca să dea lapte, dar pune cineva pariu cu mine c-am putea face și asta, dacă am încerca? Și, cu siguranță, același lucru ar fi pe deplin posibil în cazul laptelui uman, dacă i-ar veni cuiva ideea. Câte nu sunt femeile care, ispitite de mitul că sânii cu dimensiuni de pepeni sunt atrăgători, nu le plătesc chirurgilor plasticieni grămezi de bani ca să le implanteze silicon, rezultatele fiind, după părerea mea, cel puțin respingătoare! Se mai îndoiește cineva că, după un număr suficient de generații, aceeași diformitate ar putea fi obținută prin creștere selectivă, la fel ca la vacile din rasa Holstein?

În urmă cu 25 de ani am realizat o simulare pe calculator pentru a ilustra puterea selecției artificiale, un fel de joc pe computer, echivalent cultivării selective a unor trandafiri, vaci sau câini numai buni de premiat. Jucătorul are pe ecran o serie de nouă forme – „biomorfe de calculator" –, dintre care cea din mijloc e „părintele" celorlalte opt. Toate formele sunt construite sub acțiunea unei duzini de „gene", care nu sunt decât niște numere moștenite de „progenitură" de la „părinte", existând posibilitatea să intervină unele mici „mutații". În acest caz, o mutație e o ușoară creștere sau scădere a valorii numerice a genei transmise de părinte. Fiecare formă e construită conform unui set de numere – valorile acelor gene. Jucătorul privește seria de nouă forme și nu vede genele, dar alege forma de „corp" preferată de la care vrea să pornească procesul de creștere selectivă. Celelalte opt biomorfe dispar de pe ecran, iar cel ales ocupă centrul, „producând" opt noi „progenituri" mutante.

Procesul se repetă atâtea „generații“ cât vrea jucătorul să continue jocul, iar forma „organismelor“ de pe ecran „evoluează“ treptat, pe măsura scurgerii generațiilor. Numai genele trec de la o generație la următoarea, drept care jucătorul, alegând biomorfele în mod nemijlocit cu propriii săi ochi, alege de fapt în mod involuntar genele. Exact acelaşi lucru se întâmplă atunci când crescătorii aleg trandafirii sau câinii pe care-şi propun să-i crească.

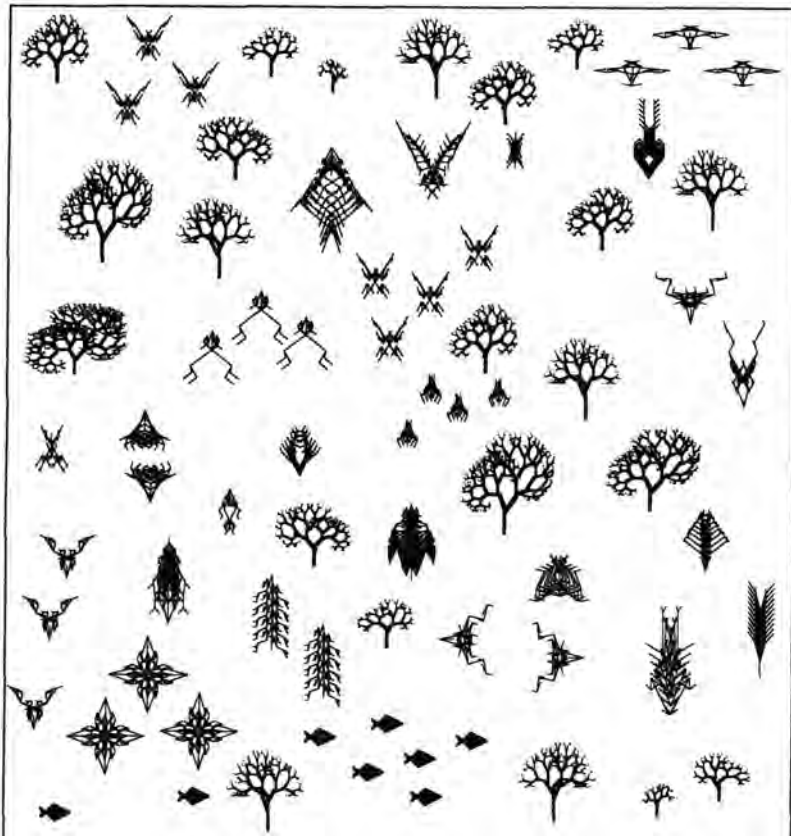


Fig. 2 – Biomorfele din programul de calculator prezentat în *Ceasornicarul orb*

Am vorbit până acum doar despre genetică. Jocul începe să devină interesant când ajungem la „embriologie“. Embriologia unei biomorfe de pe ecran este procesul prin care „genele“ ei (acele valori numerice) îi influențează forma. Pot fi imaginate numeroase embriologii, şi am testat şi eu o mulțime. Primul meu program, intitulat „Ceasornicarul orb“, foloseşte o embriologie arborescentă. Un „trunchi“ comun dă naştere la două „ramuri“, apoi fiecare din aceste două ramuri altor două ramuri etc. Numărul de ramuri, unghiurile dintre ele şi lungimea fiecăreia se află, toate, sub control genetic, în funcție de valorile numerice ale genelor. O trăsătură importantă a embriologiei arborescente e *recursivitatea*. Nu insist asupra ideii, dar e vorba de faptul că o mutație afectează întregul arbore, nu doar o parte a lui.

Deşi porneşte de la un arbore simplu-ramificat, programul „Ceasornicarul orb“ rătăceşte imediat pe tărâmul magic al unor forme complicate, multe dintre ele de o frumusețe tulburătoare, unele (în funcție de intențiile jucătorului) ajungând să semene cu ființe bine-cunoscute, precum insectele, păianjenii sau stelele-de-mare. Figura 2 prezintă o „grădină zoologică“ de ființe peste care a dat un jucător (eu însumi) pe cărările întortocheate şi în cotloanele izolate ale acestui straniu tărâm virtual. Într-o versiune ulterioară a programului, am extins embriologia aşa încât să le permită „genelor“ să controleze culoarea şi forma „ramurilor“.

Un program ceva mai complicat, numit „Artromorfe“, pe care l-am scris împreună cu Ted Kaehler, pe atunci angajat al companiei Apple, conține o „embriologie“ cu anumite trăsături biologice interesante, special concepute pentru a cultiva „insecte“, „păianjeni“, „miriapode“ şi alte ființe asemănătoare artropodelor. În cartea *Urcuşul pe Muntele Improbabilității*, am explicat în detaliu ce sunt artromorfele, biomorfele, „cochiliomorfele“ (moluştele computerizate) şi alte invenții mergând pe aceeaşi idee.

Întâmplarea face că matematica pe care se bazează embriologia cochiliilor este bine documentată şi înţeleasă, aşa încât selecţia artificială care utilizează programul meu cu „cochiliomorfe“ poate genera modele extrem de asemănătoare cu formele din realitate (vezi figura 3). În capitolul final voi reveni la aceste programe dintr-o altă perspectivă. Le-am pomenit aici pentru a ilustra puterea selecţiei artificiale, chiar şi într-un mediu virtual ultrasimplificat. În lumea reală a horticulturii şi agriculturii, în lumea crescătorilor de porumbei sau de câini, prin selecţie artificială se poate obţine mult mai mult. Biomorfele, artromorfele şi cochiliomorfele nu fac decât să ilustreze principiul,

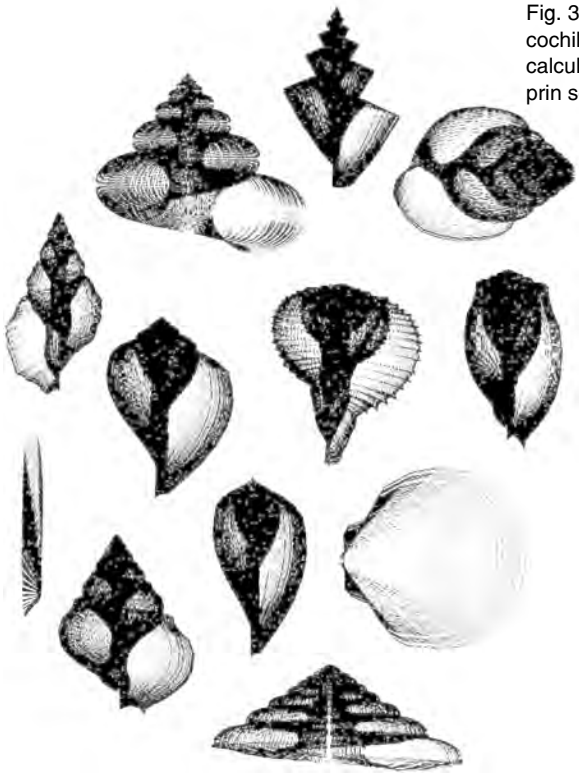


Fig. 3 – „Cochiliomorfe“: cochilii generate pe calculator și modelate prin selecție artificială

cam la fel cum selecția artificială va ilustra în capitolul următor principiul pe care se bazează selecția naturală.

Darwin cunoştea din propria experiență puterea selecției artificiale, drept care i-a oferit un loc de cinste în primul capitol al *Originii speciilor*. El îşi pregătea astfel cititorii pentru dezvăluirea formidabilei sale intuiții – puterea selecției naturale. Dacă nişte crescători pot transforma un lup într-un pechinez sau o varză sălbatică într-o conopidă, iar asta numai în câteva secole sau milenii, de ce n-ar putea supraviețuirea nealeatorie a plantelor şi animalelor sălbatice să realizeze acelaşi lucru, însă în cursul a milioane de ani? Aceasta va fi concluzia capitolului următor; dar îmi voi pregăti treptat cititorul pentru a-i uşura înțelegerea selecției naturale.

3

Calea ușoară către macroevoluție

În capitolul 2, am arătat că ochiul uman, acționând prin creşterea selectivă de-a lungul multor generații, a modelat şi plămădit în aşa fel trupul câinelui, încât să adopte o varietate uimitoare de forme, culori, dimensiuni şi tipare comportamentale. Dar noi suntem oameni obişnuiți să facem alegeri deliberate şi planificate. Există oare şi alte animale care procedează precum crescătorii umani, poate fără deliberare sau intenție, dar ajungând la rezultate similare? Există, într-adevăr, iar exemplul lor e încărcat de semnificații pentru noi. Capitolul de față îşi propune să ne seducă mintea pas cu pas, pe măsură ce înaintăm de pe teritoriul bine-cunoscut al creşterii raselor de câini şi al selecției artificiale, către uriaşa descoperire a selecției naturale de către Charles Darwin, trecând prin câteva stadii intermediare spectaculoase. Primul dintre aceşti paşi intermediari pe calea (e oare prea mult să-i spunem „uşoară"?) a seducției ne introduce în mirifica lume a florilor.

Trandafirii sălbatici sunt nişte floricele drăguțe, dar nu merită să le răsfeți cu nume precum „Pace", „Ofelia" sau „Doamna cea Frumoasă". Trandafirii sălbatici au un parfum delicat, inconfundabil, dar care nu te „dă pe spate", ca „Ziua Eroilor", „Nor Parfumat" sau „Elizabeth Harkness". Ochiul şi nasul omului s-au pus pe treabă: au luat în primire trandafirii sălbatici, i-au mărit, i-au remodelat, le-au dublat petalele, i-au recreat într-o mulțime de nuanțe, le-au cizelat floarea, le-au ameliorat parfumurile

naturale până la limite greu de depăşit, le-au modificat ritmurile de creştere, iar, în cele din urmă, i-au introdus în programe sofisticate de hibridizare, ajungând astăzi, după decenii de atentă cultivare selectivă, la sute de varietăți premiate, fiecare cu câte o denumire memorabilă sau evocatoare. Cărei femei nu i-ar plăcea să existe un trandafir botezat cu numele ei?

INSECTELE – PRIMII ÎMBLÂNZITORI

Trandafirii şi câinii spun aceeaşi poveste, cu o singură diferență, relevantă pentru strategia noastră de promovare. Floarea trandafirului, chiar înainte ca ochiul şi nasul omului să-şi fi asumat sarcina de a o cizela genetic, îşi datora existența câtorva milioane de ani de modelare similară din partea ochilor şi a nasurilor de insecte (mă rog, insectele miros cu nişte antene). Acelaşi lucru se poate spune despre toate florile care ne onorează grădinile.

Floarea-soarelui, *Helianthus annuus*, este o plantă nord-americană a cărei formă sălbatică seamănă cu ochiul-boului sau cu o margaretă mare. Soiurile de floarea-soarelui cultivate astăzi au fost domesticite în aşa măsură, încât florile lor ajung la dimensiunile unei farfurii întinse.[1] Exemplarele-mamut de floarea-soarelui, cultivate inițial în Rusia, ajung la înălțimi de 3,5 până la 5,5 metri, cu diametrul inflorescenței de peste 30 de centimetri, adică de peste zece ori mai mare decât discul unei plante sălbatice; o asemenea floarea-soarelui gigantică are de regulă o singură inflorescență pe lujer, spre deosebire de cele mai numeroase şi mai mici ale plantei sălbatice. Fiindcă tot a venit

1. Ca la toți membrii familiei din care face parte şi margareta, fiecare „floare“ este în realitate o inflorescență alcătuită din multe flori mici, adunate la un loc în discul de culoare închisă din mijloc. Petalele galbene care înconjoară floarea-soarelui sunt de fapt numai ale florilor de la marginea discului. Şi florile din restul discului au petale, dar mult prea mici pentru a fi observate cu ochiul liber. (*N. a.*)

vorba, ruşii s-au apucat să crească această plantă americană din motive religioase. În postul Paştelui şi în postul Crăciunului, utilizarea uleiului la gătit era interzisă de Biserica Ortodoxă. În mod avantajos şi din motive pe care eu, neiniţiat în teologie, nici nu încerc să mi le închipui, uleiul de floarea-soarelui era exceptat de la prohibiţie.[1] Aceasta a constituit una dintre presiunile economice care au stat la baza recentei cultivări selective a florii-soarelui. Cu mult înainte de epoca modernă însă, băştinaşii americani cultivau florile acestea hrănitoare şi spectaculoase pentru hrană, vopsele şi decoraţiuni, şi obţinuseră deja rezultate intermediare între floarea-soarelui sălbatică şi formele ei extreme şi extravagante din culturile moderne. Dar, înainte şi de aceştia, floarea-soarelui, la fel ca toate celelalte flori viu colorate, îşi datora existenţa creşterii selective de către insecte.

Acelaşi lucru e valabil pentru cele mai multe flori pe care le cunoaştem – probabil pentru toate florile de altă culoare decât verde şi al căror miros este cât de cât diferit de unul vag de plantă. Nu insectele au făcut toată treaba – la unele flori, polenizatorii care au iniţiat creşterea selectivă au fost păsările-colibri, liliecii, chiar şi broaştele –, dar principiul e acelaşi. Florile de grădină au fost perfecţionate de noi, dar florile sălbatice de la care am pornit ne-au atras iniţial atenţia tocmai fiindcă insectele şi alţi agenţi de selecţie trecuseră pe la ele înaintea noastră. Generaţii de flori ancestrale au fost alese de generaţii de insecte,

1. Poate pentru că, fiind o plantă din Lumea Nouă, floarea-soarelui nu e menţionată explicit în Biblie. Minţile teologice sunt atrase de subtilităţile reglementărilor legate de posturi şi de ingeniozitatea necesară pentru a le ocoli. În America de Sud, porcii capibara (un fel de cobai gigantici) au fost decretaţi peşti onorifici – probabil fiindcă trăiesc în apă – pentru a ocoli reglementările Bisericii Catolice legate de posturile de vineri. Potrivit autoarei de cărţi de bucate Doris Reynolds, gurmanzii francezi catolici au descoperit o stratagemă care le permite să mănânce carne vinerea: coboară o pulpă de miel într-o fântână, după care o „pescuiesc“ de acolo. Oamenii ăştia or fi crezând că Dumnezeu poate fi păcălit atât de uşor? (*N. a.*)

păsări-colibri sau alți polenizatori ancestrali. Este un exemplu perfect de creştere selectivă, cu diferența minoră că, în primă instanță, crescătorii au fost insecte şi păsări-colibri, nu oameni. Mie diferența mi se pare minoră, dar poate că dumneavoastră nu, caz în care mai trebuie să duc muncă de lămurire.

Ce ne-ar putea îndemna s-o considerăm o diferență majoră? În primul rând, faptul că oamenii s-au apucat *conştient* să cultive, de pildă, cel mai închis la culoare, cel mai apropiat de negru trandafir violet pe care l-au putut obține, şi au făcut-o pentru a-şi satisface un capriciu estetic sau, poate, crezând că alți oameni aveau să plătească bani grei pe el. Insectele n-o fac din rațiuni estetice, ci pentru că… dar aici va trebui să discutăm întreaga problemă a florilor şi a relației dintre ele şi polenizatori. Iată despre ce e vorba. Din motive la care nu mă voi opri acum, ține de esența reproducerii sexuate că nu trebuie să te autofertilizezi. Dacă ai face aşa ceva, atunci de ce ți-ai mai bate capul să te reproduci sexuat? Polenul trebuie transportat cumva de la o plantă la alta. Plantele hermafrodite, care posedă şi organe bărbăteşti, şi organe femeieşti pe aceeaşi floare, depun adesea mari eforturi pentru ca jumătatea bărbătească să nu fertilizeze jumătatea femeiască. Darwin însuşi a studiat modul ingenios în care acest lucru e realizat de primule.

Considerând necesitatea fertilizării încrucişate un dat, cum reuşesc florile să-şi transfere polenul dincolo de golul care le desparte fizic de alte flori ale aceleiaşi specii? Modalitatea cea mai evidentă este vântul, iar o mulțime de plante se folosesc de el. Polenul este un praf uşor şi fin. Dacă e împrăştiat în cantitate suficientă într-o zi vântoasă, una sau două grăunțe ar putea avea norocul de a ateriza la locul nimerit, pe o floare din specia potrivită. Dar polenizarea cu ajutorul vântului e o risipă. Florile trebuie să furnizeze un surplus uriaş de polen, iar oamenii care suferă de alergii ştiu foarte bine cum este. Marea majoritate a grăunțelor de polen aterizează altundeva decât acolo unde e

nevoie de ele, şi toată energia înglobată în acest *matériel* costisitor se pierde. Există o cale mai bună de a dirija polenul.

De ce nu recurg plantele la soluția animalelor, să umble de colo-colo căutând o altă plantă din aceeaşi specie, cu care să copuleze? E o întrebare mai grea decât s-ar putea crede la prima vedere. Ne învârtim în cerc dacă răspundem că plantele nu pot să umble, dar mă tem că va trebui să ne mulțumim cu acest răspuns deocamdată.[1] Fapt este că plantele nu se deplasează. Dar animalele, da. În plus, animalele mai şi zboară şi au sisteme nervoase apte să le orienteze către anumite ținte, cu anumite forme şi culori bine ştiute. Aşa că, dac-ar exista vreun mijloc de a convinge un animal să se tăvălească prin polen, după care să se ducă – sau, şi mai bine, să zboare – până la o altă plantă din specia potrivită…

Ei bine, nu mai prelungesc suspansul: chiar aşa se întâmplă! Povestea este în unele cazuri de o mare complexitate, şi fascinantă în toate cazurile. Multe flori mituiesc pe câte cineva cu hrană, de obicei cu nectar. Sau poate că *mituiesc* e un cuvânt prea greu. Cum ar suna, în schimb, că „plătesc pentru serviciile oferite“? Mie îmi convin amândouă, atâta timp cât nu le răstălmăcim după înțelesurile oamenilor. Nectarul e un sirop dulce, produs anume de plante exclusiv pentru a hrăni (şi plăti) fluturi, albine, păsări-colibri, lilieci şi alte mijloace de transport închiriate. Este un produs costisitor, care înglobează o bună parte din energia razelor solare prinsă în capcană de frunze, care sunt panourile solare ale plantelor. Din punctul de vedere al albinelor şi al păsărilor-colibri, e ca un combustibil de înaltă energie din aviație. Energia înglobată în zaharurile nectarului ar fi putut fi utilizată în altă privință în economia plantei, poate pentru a crea rădăcini, poate pentru a umple magaziile de stocare subterane, pe care le numim tuberculi, bulbi sau rizomi, sau chiar pentru

1. Oliver Morton discută această problemă în cartea sa provocator de lirică, intitulată *Mâncatul soarelui*. (*N. a.*)

a produce cantități uriaşe de polen, care să fie risipite în cele patru vânturi. Evident, pentru o mulțime de specii de plante trocul funcționează, în sensul că plătesc pentru aripile puse la dispoziție de insecte şi păsări hrănindu-le cu zaharuri mușchii necesari zborului. Nu e însă un avantaj absolut, pentru că unele plante se folosesc şi de polenizarea cu ajutorul vântului, probabil fiindcă detaliile condițiilor economice înclină balanța în această direcție. Plantele au şi ele o economie energetică şi, aşa cum se întâmplă cu fiecare tip de economie, trocurile pot favoriza diferite opțiuni în diferite împrejurări. Iată o lecție importantă în evoluție, dacă tot a venit vorba. Diferitele specii fac lucrurile în moduri diferite, şi adesea nu vom înțelege cum se explică diferențele până nu examinăm imaginea de ansamblu a economiei fiecărei specii.

Dacă polenizarea cu ajutorul vântului se găseşte la unul din capetele spectrului tehnicilor de fertilizare încrucişată – să-i spunem „capătul risipitor“? –, ce se găseşte la celălalt capăt, „punct ochit, punct lovit“? Pe foarte puține insecte se poate pune bază că vor zbura ca glonțul magic de la floarea din care au luat polenul exact la o altă floare din aceeaşi specie. Unele se duc spre orice floare sau, în cel mai bun caz, spre altă floare de aceeaşi culoare, dar numai de hazard ține dacă floarea de destinație se dovedeşte a fi din aceeaşi specie ca floarea care a plătit insecta cu nectar. Sunt totuşi câteva minunate exemple de flori aflate la limita extremă în direcția „punct ochit, punct lovit“ a spectrului tehnicilor de fertilizare încrucişată. Locul de cinste îl ocupă orhideele, şi nu-i de mirare că Darwin le-a dedicat o carte întreagă.

Darwin şi Wallace, cei doi codescoperitori ai selecției naturale, au atras atenția asupra unei orhidee uimitoare din Madagascar, *Angraecum sesquipedale* (vezi planşa color 4), şi au făcut aceeaşi remarcabilă predicție, confirmată strălucit mai târziu. Această orhidee posedă nectarii tubulare lungi de aproape 30 de centimetri, după cum le-a măsurat Darwin. O specie înrudită,

Angraecum longicalcar, posedă structuri nectarifere şi mai lungi, mergând până la 40 de centimetri. Darwin a pornit de la simpla existenţă a speciei *Angraecum sesquipedale* în Madagascar şi a prezis, în cartea sa despre orhidee din 1862, că trebuie să existe „insecte capabile să se întindă cel puţin zece, chiar unsprezece ţoli". După cinci ani, Wallace (nu e clar dacă citise cartea lui Darwin sau nu) menţiona mai mulţi fluturi ale căror proboscide erau aproape suficient de lungi pentru a face faţă provocării:

> Am măsurat cu atenţie proboscida unui specimen de *Macrosila cluentius*, originar din America de Sud, aflat în colecţia British Museum, şi am descoperit că avea o lungime de nouă ţoli şi un sfert! Unul din Africa tropicală (*Macrosila morganii*) o avea de şapte ţoli şi jumătate. O specie care ar avea proboscida cu doi sau trei ţoli mai lungă ar putea ajunge la nectarul celor mai mari flori de *Angraecum sesquipedale*, ale căror nectarii variază în lungime de la zece până la paisprezece ţoli. Faptul că un asemenea fluture trăieşte în Madagascar poate fi prezis fără teama de a greşi; iar naturaliştii care vizitează această insulă ar trebui să-l caute cu tot atâta încredere ca astronomii care au căutat planeta Neptun – şi vor acelaşi succes! (Wallace, 1871)

În 1903, după moartea lui Darwin, dar în timpul vieţii atât de îndelungate a lui Wallace, a fost descoperit un fluture până atunci necunoscut, care s-a dovedit a confirma predicţia Darwin/Wallace, şi a fost onorat cu numele *praedicta*. Dar nici *Xanthopan morgani praedicta*, „fluturele-şoim al lui Darwin", nu e suficient de bine dotat pentru a poleniza specia *Angraecum longicalcar*, iar simpla existenţă a acestei flori ne încurajează să bănuim existenţa unui fluture cu limba şi mai lungă, cu aceeaşi încredere cu care invoca Wallace descoperirea prezisă a planetei Neptun. Iată un mic exemplu care scoate la iveală, o dată în plus, ce minciună este afirmaţia că ştiinţa evoluţionistă nu poate face predicţii, pentru că ea se ocupă cu istoria trecută. Predicţia Darwin/Wallace era una perfect valabilă, chiar dacă fluturele din subspecia *praedicta* exista probabil de mult timp, atunci

când existența lui a fost prevăzută de cei doi. Ei au prezis că, într-un viitor oarecare, cineva urma să descopere un fluture cu o limbă suficient de lungă încât să ajungă la nectarul speciei *Angraecum sesquipedale*.

Insectele au o bună vedere în culori, dar întregul spectru vizibil pentru ele virează către ultraviolet şi se îndepărtează de roşu. Ca şi noi, oamenii, şi ele văd galbenul, verdele, albastrul şi violetul. Spre deosebire de noi însă, ele văd foarte bine şi în gama ultravioletului, şi nu văd roşul, aflat la capătul familiar nouă al spectrului. Dacă ai o floare cilindrică roşie în grădină, se poate presupune, chiar dacă nu şi face o predicție certă, că în sălbăticie respectiva floare este polenizată nu de insecte, ci de păsări, care văd bine la capătul roşu al spectrului – eventual de păsări-colibri, dacă este o plantă din Lumea Nouă, sau de pasărea-soare, dacă este o plantă din Lumea Veche. Florile care ni se par de o culoare uniformă pot fi decorate cu puncte şi dungi folositoare insectelor, noi nevăzând această ornamentație pentru că nu vedem în ultraviolet. Multe flori ghidează albinele să se aşeze pe ele prin mici marcaje ca o pistă de aterizare, pictate pe floare cu pigmenți ultravioleți, pe care ochii oamenilor nu-i văd.

Noi vedem primula-de-seară (*Oenothera*) galbenă. Dar o fotografie printr-un filtru ultraviolet arată un model pentru uzul albinelor, pe care nu-l distingem (planşa color 5). În fotografie, acest model apare roşu, dar e o „falsă culoare“, aleasă arbitrar de tehnica fotografică. Nu înseamnă că albinele îl văd roşu. Nimeni nu ştie cum arată ultravioletul (sau galbenul, sau orice altă culoare) pentru albină (nu ştiu nici măcar cum vezi tu roşul – după cum spune o veche zicală).

O câmpie plină de flori este pentru natură un fel de Times Square din New York sau Piccadilly Circus din Londra. Ca o reclamă luminoasă în *ralenti*, ea se schimbă de la săptămână la săptămână, pe măsură ce le vine vremea diferitelor flori, îndemnate cu grijă de creşterea lungimii zilelor, de exemplu, să

se sincronizeze cu alte flori din aceeaşi specie. Această extravaganţă floral㠄, răspândită pe pajiştea verde a câmpiei, a fost modelată şi colorată, sporită şi dichisită de mai vechile alegeri făcute de ochii animalelor: ochi de albine, de fluturi, ochi de sirfide. În pădurile din Lumea Nouă, trebuie să adăugăm pe listă ochi de păsări-colibri sau, în pădurile africane, ochi de păsări-soare.

Fiindcă tot a venit vorba de ele, păsările-colibri şi păsările-soare nu sunt strâns înrudite. Cele două specii arată şi se comportă la fel, pentru că au ajuns independent la acelaşi mod de viaţă, în general axat pe flori şi nectar (dar se hrănesc şi cu insecte). Au ciocuri lungi, cu care scormonesc în nectarii, prelungite cu limbi încă şi mai lungi. Păsările-soare sunt zburătoare la punct fix mai puţin pricepute decât păsările-colibri, care pot chiar să zboare înapoi, ca elicopterele. La un mod de viaţă similar, deşi provenind din cu totul alt colţ al regnului animal, au ajuns fluturii-şoim, şi ei perfecţi zburători la punct fix, cu limbi spectaculos de lungi (toate cele trei tipuri de consumatori dependenţi de nectar sunt ilustrate pe planşa color 5).

Vom reveni la evoluţia convergentă mai târziu, după ce vom fi înţeles bine selecţia naturală. În acest capitol, florile ne seduc, ne atrag în lumea lor pas cu pas, aliniindu-se de-o parte şi de alta a căii noastre către înţelegere. Ochii de păsări-colibri, de fluturi-şoim, de fluturi în general, de sirfide sau de albine au privit critic, generaţie după generaţie, spre florile sălbatice, modelându-le, colorându-le, umflându-le, desenându-le, pictându-le, aproape la fel cum au procedat mai târziu ochii oamenilor cu varietăţile noastre din grădini, dar şi cu câinii, vacile, verzele şi porumbul.

Pentru plantă, polenizarea de către insecte reprezintă un imens pas înainte la capitolul economie, faţă de împrăştierea polenului în cele patru vânturi. Chiar dacă o albină se aşază pe flori la întâmplare, refugiindu-se promiscuu de pe o floare de piciorul-cocoşului pe una de albăstrea, de pe una de mac pe

una de untişor, grăuntele de polen prins de abdomenul ei păros are şanse mult mai bune să-şi atingă ținta potrivită – o altă floare din aceeaşi specie – decât ar fi avut dacă ar fi fost luat de vânt. Ceva mai utilă ar fi o albină care să prefere o anumită culoare, să zicem albastrul. Sau alta care, chiar dacă nu are o preferință coloristică pe termen lung, se fixează pe rând asupra câte unei culori. Şi mai utilă ar fi o insectă care nu se aşază decât pe florile unei singure specii. Şi există flori, precum cea din Madagascar, orhideea care a inspirat predicția Darwin/Wallace, al căror nectar nu e disponibil decât pentru anumite insecte, specializate în acele tipuri de flori, şi care beneficiază de un monopol asupra lor. Acei fluturi din Madagascar sunt gloanțele magice supreme.

Din punctul de vedere al unui fluture, acele flori care-i pot furniza nectar în mod constant sunt ca nişte vaci de muls docile şi productive. Din punctul de vedere al florilor, fluturii pe care se pot baza că le vor transporta polenul către alte flori din aceeaşi specie sunt ca nişte poştaşi bine plătiți sau ca nişte porumbei bine dresați, care se întorc la stăpân. Despre fiecare parte se poate spune că a domesticit-o pe cealaltă, crescând-o selectiv aşa încât să facă o treabă mai bună decât făcea înainte. Cultivatorii de trandafiri premiați au exercitat exact acelaşi tip de efecte asupra florilor ca insectele – doar că mai accentuate. Insectele au făcut ca florile să fie viu colorate şi arătoase. Grădinarii le-au făcut să fie încă şi mai viu colorate, şi mai arătoase. Insectele au determinat florile să fie parfumate. Noi am venit şi le-am făcut şi mai şi. Întâmplarea face să fie o frumoasă coincidență faptul că parfumurile preferate de fluturi şi albine sunt aceleaşi care ne atrag şi pe noi, oamenii. Flori precum aşa-numitele „Benjamin cel puturos“ (*Trillium erectum*) şi „floarea-cadavru“ (*Amorphophallus titanum*), care se folosesc pentru polenizare de muştele de carne sau gândacii de hoit, adesea ne îngrețoşează, pentru că imită mirosul de carne în putrefacție.

Presupun că parfumurile unor asemenea flori n-au fost ameliorate de cultivatorii umani.

Bineînțeles, relația dintre insecte şi flori este un drum cu dublu sens şi nu trebuie să uităm să privim în ambele direcții. Poate că insectele „cultivă" flori, pentru a le face mai frumoase, dar nu fiindcă le-ar aprecia frumusețea.[1] Florile beneficiază de faptul că, în percepția insectelor, par atrăgătoare. Când îşi aleg florile cele mai atrăgătoare pe care să se aşeze, fără să vrea, insectele „cultivă" frumusețea florilor. În acelaşi timp, florile „cultivă" insectele pentru capacitatea lor de a le poleniza. Am arătat că insectele cultivă florile pentru oferta lor de nectar, aşa cum procedează crescătorii de vite cu vacile din rasa Holstein, cu ditamai ugerele. Dar e în interesul florilor să-şi raționalizeze nectarul. Dacă ar hrăni o insectă până la sațietate, aceasta n-ar mai avea nici un imbold să plece în căutarea unei a doua flori, şi ar fi rău pentru floarea numărul unu, pentru care popasul următor al insectei, cel de polenizare, este scopul exercițiului. Din punctul de vedere al florilor, trebuie să existe un echilibru fragil între a oferi prea mult nectar (adio popas pe floarea numărul doi) şi a oferi prea puțin (lipsa imboldului de a poposi pe floarea numărul unu).

Insectele au muls florile de nectar şi le-au cultivat pentru o producție sporită a aceluiaşi nectar, probabil întâmpinând rezistență din partea florilor, aşa cum am văzut. Au cultivat crescătorii de albine (sau cultivatorii de flori care s-au gândit la interesele crescătorilor de albine) flori care să dea o producție mai mare de nectar, la fel cum crescătorii de vaci de lapte au insistat pe vacile din rasele Holstein şi Jersey? Sunt curios care ar fi răspunsul. Deocamdată nu încape îndoială că există o strânsă paralelă între specialiştii în horticultură, care au culti-

1. N-avem motive să credem că ar aprecia-o, ba chiar că „apreciază" ceva în sensul în care înțelegem noi termenul. Mă voi întoarce la această veşnică tentație în capitolul 12. (*N. a.*)

vat flori grațioase şi frumos mirositoare, pe de-o parte, şi, pe de altă parte, albinele, fluturii, păsările-colibri şi păsările-soare, care fac exact acelaşi lucru.

TU EȘTI SELECȚIA MEA NATURALĂ

Mai sunt şi alte exemple de creştere selectivă realizată de alți ochi decât ai omului? O, da! Să ne gândim la penajul tern, ca de camuflaj, al femelei de fazan, prin comparație cu etalarea splendidă a masculului din aceeaşi specie. Pare aproape de la sine înțeles că, dacă supraviețuirea lui individuală ar fi singurul lucru care ar conta pentru el, fazanul auriu mascul ar „prefera" să arate ca femela sau măcar ca o versiune crescută a lui însuşi când era pui. Femelele şi puii sunt, evident, bine camuflați şi la fel ar fi şi masculul, dacă supraviețuirea lui ca individ ar fi prioritară pentru el. Acelaşi lucru e valabil şi pentru alți fazani, cum ar fi specia Lady Amherst şi cel mai obişnuit fazan, cel comun, cu inel în jurul gâtului. Masculii arată strălucitor şi primejdios de atrăgător pentru eventualii prădători, dar fiecare specie în felul ei foarte diferit. Femelele sunt camuflate şi tern colorate, fiecare specie aducând foarte mult cu altele. Ce se întâmplă aici?

Un răspuns este cel al lui Darwin: „selecție sexuală". Alt răspuns – mai adaptat căii uşoare, aleasă de mine – este „creşterea selectivă a masculilor de către femele". Culorile vii pot atrage prădătorii, e drept, dar atrag şi femelele-fazan. Generații întregi de femele au ales să se împerecheze cu masculi viu şi strălucitor colorați, iar nu cu nişte ființe tern colorate, aşa cum ar fi rămas mai mult ca sigur masculii, dacă n-ar fi existat creşterea lor selectivă de către femele. Acelaşi lucru s-a întâmplat cu păunițele care i-au crescut selectiv pe păuni, cu femelele de pasărea-paradisului, care şi-au crescut la fel masculii, şi cu multe alte exemple de păsări, mamifere, peşti, amfibieni, reptile

Fig. 4 – Trei varietăți de găini (reproduse după *Variația animalelor și plantelor prin domesticire* de Charles Darwin)

şi insecte, ale căror femele îşi aleg masculii dintre mai mulți pretendenți (de obicei, femelele fac această alegere, nu masculii, din motive pe care nu e nevoie să le detaliem).

La fel cum s-a întâmplat cu florile de grădină, crescătorii de fazani au ameliorat munca de selecție a făzănițelor care i-au precedat, producând variante spectaculoase ale fazanului auriu, de exemplu – însă mai degrabă alegându-şi una sau două mutații majore decât mulțumindu-se să modeleze păsările treptat, de-a lungul generațiilor de creştere selectivă. Oamenii au crescut la fel, selectiv, câteva soiuri uimitoare de porumbei (aşa cum Darwin a ştiut din proprie experiență) şi de găini, toate provenite dintr-o pasăre din Orientul Îndepărtat, cocoşul sălbatic roşu (*Gallus gallus*).

Capitolul de față se ocupă în principal cu selecția realizată prin ochi, dar şi alte simțuri pot face acelaşi lucru. Iubitorii de păsări au crescut canari şi pentru felul cum cântau, nu numai pentru cum arătau. Canarul sălbatic e o cinteză gălbui-cafenie, deloc spectaculoasă la privit. Crescătorii selectivi au preluat paleta de culori constituită de variațiile genetice aleatorii şi au produs o culoare suficient de distinctă încât să fie numită după această pasăre: galben-canar. Apropo de asta, pasărea propriu-zisă şi-a luat nu-

mele după insule[1], şi nu invers, cum s-a întâmplat cu insulele Galápagos, a căror denumire provine de la un cuvânt spaniol care înseamnă țestoasă. Dar canarii sunt cunoscuți mai ales pentru felul cum cântă, iar această calitate le-a fost şi ea îmbunătățită şi consolidată de crescătorii umani selectivi. Aşa au fost „fabricați" cântăreții, unii care scot triluri şi cântă cu ciocurile practic închise, alții care imită gâlgâielile apei şi alții care produc sunete metalice, ca de clopot, împreună cu un fel de țăcănit gen castaniete, care le justifică originile spaniole. Aptitudinile muzicale cultivate domestic se manifestă mai îndelung, mai tare şi mai frecvent decât cele ale speciilor sălbatice ancestrale. Dar toate aceste calități mult apreciate se compun, în esență, din elemente care provin de la canarii sălbatici, aşa cum obişnuințele şi giumbuşlucurile diverselor rase de câini provin din elemente care se regăsesc în repertoriul comportamental al lupilor.[2]

Repet, crescătorii umani n-au făcut decât să ducă mai departe eforturile selective premergătoare ale păsărilor-femele. De-a lungul generațiilor, femelele de canar sălbatic şi-au crescut masculii, fără să-şi dea seama de asta, pentru talentul lor la cântat, alegând să se împerecheze cu acei masculi al căror cântec li s-a părut atrăgător. În cazul aparte al canarilor, întâmplarea face să ştim câte ceva în plus. Canarii (şi guguştiucii) au constituit subiecte preferate pentru cercetări asupra hormonilor şi comportamentului reproductiv. Se ştie că, la ambele specii, vocalizele masculilor, chiar şi înregistrate pe bandă magnetică, determină ovarele femelelor să se umfle şi să secrete hormoni care le aduc în starea potrivită reproducerii şi le pregătesc pentru împerechere. Se poate spune că masculii de canar îşi manipulează

1. La rându-le numite după „multitudinea de câini de dimensiuni uriaşe" menționați în *Istoria naturală* a lui Pliniu cel Bătrân (în latineşte, *Canariae Insulae* înseamnă „Insulele Câinilor"). (*N. a.*)

2. De exemplu, talentul câinilor ciobăneşti de a aduna turmele derivă din obiceiul de a hărțui al lupilor, din care a fost înlăturat obiceiul de a ucide la sfârşitul acțiunii. (*N. a.*)

Fig. 5 – Mască din teatrul *kabuki*, înfățișând un samurai

femelele cântându-le. Este ca şi cum le-ar face injecții cu hormoni. Se poate spune şi că femelele îşi cresc selectiv masculii, aşa încât aceştia să cânte din ce în ce mai bine. Cele două perspective din care poate fi privită chestiunea sunt precum cele două fețe ale aceleiaşi monede. În plus, aşa cum se întâmplă şi la alte specii de păsări, apare o complicație: cântecul nu numai că le atrage pe femele, ci îi şi descurajează pe masculii rivali – dar asta e o altă chestiune.

Pentru a ne continua raționamentul, să privim imaginile din figurile 5 şi 6. Prima e o mască din teatrul japonez *kabuki*, cioplită în lemn, reprezentând un samurai. A doua este un crab din specia *Heikea japonica*, trăind în apele japoneze. Denumirea generică, *Heikea*, provine de la numele unui clan japonez, Heike, înfrânt de clanul rival Genji în bătălia navală de la Danno-Ura, din 1185.

Fig. 6 – Crab din specia *Heikea japonica*

Legenda spune că fantomele războinicilor înecați din clanul Heike locuiesc de atunci pe fundul mării, în corpurile crabilor din specia *Heikea japonica*. Mitul e încurajat de modelul de pe spatele crabului, care seamănă cu grimasa fioroasă de pe chipul samuraiului. Celebrul zoolog Julian Huxley a fost atât de impresionat de asemănare, încât a scris: „Asemănarea speciei *Dorippe* cu un războinic japonez furios este mult prea exactă şi detaliată, pentru a fi strict fortuită. […] Ea s-a ivit pentru că acei crabi care semănau cel mai bine cu chipul războinicului au fost mâncați mai puțin decât alții.“[1] (*Dorippe* era denumirea crabului în 1952, când a scris Huxley. Ea a redevenit *Heikea* în 1990, când cineva a descoperit că aceea fusese denumirea genului respectiv încă din 1824 – iată cât de stricte sunt regulile de întâietate ale nomenclaturii zoologice.)

Teoria după care generații întregi de pescari superstițioşi ar fi aruncat la loc în mare crabii care semănau cu nişte chipuri omeneşti a primit un nou imbold în 1980, când Carl Sagan a reluat-o în splendida-i carte intitulată *Cosmos*:

> Să presupunem că, din întâmplare, printre strămoşii îndepărtați ai acestui crab s-a nimerit unul care semăna fie şi foarte puțin cu fața unui om. Chiar şi înaintea bătăliei de la Danno-Ura pescarii se vor fi ferit să mănânce un asemenea crab. Aruncându-l înapoi în mare, ei au declanşat un proces evolutiv. […] Odată cu trecerea generațiilor, de crabi şi de oameni, crabii cu modele care aduceau cel mai mult cu chipul unui samurai au supraviețuit preferențial, până când s-a constituit pe corpurile lor nu numai o față umană, nu numai o față japoneză, ci chipul unui samurai înfricoşător şi încruntat.

Este o teorie admirabilă, prea bună ca să se stingă aşa uşor, şi, într-adevăr, mema[2] s-a multiplicat prin intermediul canonului.

---

1. Julian Huxley, „Evolution’s copycats“ („Imitatorii evoluției“), în *Life*, 30 iunie 1952; de asemenea, la Huxley (1957), sub titlul „Asemănările puțin probabile ale naturii“. (*N. a.*)

2. Unitate minimă de memorie culturală, concept introdus de autor şi utilizat în cărțile sale. Vezi, de exemplu, *Dumnezeu: o amăgire*, Bucureşti, Curtea Veche Publishing, 2012. (*N. a.*)

Am găsit chiar şi un site pe Internet unde poţi vota dacă teoria ţi se pare adevărată (31% din 1 331 de votanţi), dacă fotografiile ţi se par trucate (15%), dacă meşteşugarii japonezi modelează cochiliile crabilor ca să arate aşa (6%), dacă asemănarea e o simplă coincidenţă (38%) sau dacă nu cumva crabii chiar sunt întruchipări ale samurailor înecaţi (un uimitor 10%).[1] Sigur că adevărul afirmaţiilor ştiinţifice nu se decide prin plebiscit, iar eu am votat numai fiindcă altfel nu mi se îngăduia să văd rezultatele votării. Mă tem că am votat la categoria „strică cheful". Stând şi cugetând, cred că asemănarea e o coincidenţă. Nu pentru că, aşa cum a subliniat o autoritate sceptică în materie (Martin, 1993), crestele şi adânciturile de pe spatele crabului denotă în realitate muşchii de dedesubt. Chiar şi după teoria Huxley/Sagan, pescarii superstiţioşi trebuie să fi remarcat iniţial o oarecare asemănare, oricât de vagă, iar un model simetric de carcasă musculară e tocmai genul de situaţie care le-ar fi furnizat acea similitudine iniţială. Îmi dă de gândit mai mult observaţia expertului sceptic, după care acei crabi sunt oricum prea mici pentru a fi mâncaţi. După el, toţi crabii de acele dimensiuni ar fi fost aruncaţi înapoi în mare, indiferent dacă spinările lor semănau cu feţe umane sau nu – dar trebuie să spun că această sursă mai elocventă de scepticism a scăzut mult în ochii mei când am fost invitat la cină la Tokio şi gazda a comandat mâncare de crabi. Aceştia erau mult mai mari decât cei din genul *Heikea* şi erau dotaţi cu carapace zdravene, calcifiate, dar asta nu l-a împiedicat pe supraomul de lângă noi să apuce crabi întregi între două degete, unul câte unul, şi să muşte din ei ca din măr, cu un crănţănit de dinţi care prevestea gingii hidos însângerate. Un crăbuşor ca *Heikea* nu i-ar fi încăput nici pe o măsea unui asemenea campion, care l-ar fi înghiţit cu siguranţă întreg fără să clipească.

---

1. Vezi sondajul de opinie asupra crabului-samurai la adresa: http://www.pollsb.com/polls/view/13022/the-heike-crab-to-have-a-samurai-face-on-its-back-what-s-the-explanation. (*N. a.*)

Principalul motiv pentru care sunt sceptic în privința teoriei Huxley/Sagan este acela că s-a demonstrat: creierul uman îşi *doreşte* să vadă fețe umane în tot felul de modele întâmplătoare, aşa cum se cunoaşte din dovezile ştiințifice – ca să nu mai vorbim de legendele urbane despre cum au fost recunoscute chipurile lui Isus Cristos, al Fecioarei Maria sau al Maicii Tereza în felii de pâine prăjită, în toppingul pizzelor sau în petele de igrasie de pe pereți. Această dorință inconştientă este încurajată dacă modelul nu e absolut aleatoriu, ci simetric. Toți crabii (cu excepția crabilor-sihastru) sunt oricum simetrici. Bănuiesc, deşi nu-mi place ideea, că asemănarea crabului *Heikea* cu un samurai nu-i decât un accident, oricât de mult mi-ar plăcea să cred că este rezultatul selecției naturale.

Dar nu contează. Există o mulțime de alte exemple care nu implică oameni şi în care animale „pescari", cum ar veni, „aruncă înapoi în mare" (sau nici n-o văd) o eventuală hrană, dată fiind asemănarea ei cu ceva sinistru, asemănare care cu siguranță nu se datorează şansei. Dacă ați fi o pasăre ieşită la vânătoare de omizi în pădure, ce-ați face dacă v-ați trezi brusc față-n față cu un şarpe? V-ați da înapoi speriați, bănuiesc eu, după care ați face un ocol zdravăn. Ei bine, chiar există o asemenea omidă – mai precis, capătul dinapoi al unei omizi – care prezintă o asemănare inconfundabilă cu un şarpe. Cu adevărat alarmant, dacă vă temeți de şerpi – ca mine, recunosc. Cred chiar că n-aş îndrăzni să mă ating de acel animal, deşi ştiu foarte bine că nu-i decât o inofensivă omidă (şi o ființă extraordinară, înfățişată pe planşa color 7). Aceeaşi reținere o am față de atingerea sirfidelor care imită viespile sau albinele, deşi faptul că posedă o singură pereche de aripi îmi spune că sunt nişte muşte care nu înțeapă. Acestea sunt doar câteva dintr-o lungă listă de animale care-şi asigură protecția prefăcându-se c-ar fi altceva: ceva necomestibil, cum ar fi o pietricică, o rămurică sau vreun snop de alge marine, sau ceva primejdios, cum ar fi un şarpe, o viespe sau privirile scrutătoare ale unui eventual prădător.

Se poate spune atunci că ochii păsărilor le-au crescut pe unele insecte, pentru că acestea semănau cu alte modele, necomestibile sau veninoase? Într-un anumit sens, va trebui să răspundem: cu siguranță, da. La urma urmei, care e diferența între asta şi faptul că păunițele şi-au crescut propriii masculi pentru frumusețea lor sau că oamenii au crescut câini sau trandafiri? În principiu, iată care ar fi diferența: păunițele îşi cresc partenerii *pozitiv*, pentru ceea ce le atrage la ei, venind în întâmpinarea scopului pe care-l urmăresc, pe când păsările care vânează omizi se cresc singure la modul *negativ*, urmărind ceva respingător, de care să se ferească. Foarte bine, iată un alt exemplu, iar în acest caz, „crescutul“ e pozitiv, chiar dacă cel care face selecția nu beneficiază de opțiunea sa – nici vorbă de asta.

Peştele-undițar de pe fundul mării stă, după cum spune şi numele, pe fundul mării aşteptându-şi răbdător prada.[1] Ca mulți peşti de ape adânci, şi aceştia sunt spectaculos de urâți, după standardele noastre. Poate că şi după standardele peştilor, deşi probabil că nu contează foarte mult, pentru că, acolo unde trăiesc ei, oricum e prea întuneric ca să fie văzuți. Ca mulți alți obişnuiți ai străfundurilor mării, femela de peşte-undițar luminează ea însăşi – sau, mai degrabă, are nişte receptacule speciale în care găzduieşte bacterii, iar aceste bacterii produc lumină. „Bioluminiscența“ nu e suficientă pentru a face vizibile detaliile, dar e suficientă ca să atragă alți peşti. Un ghimpe care n-ar fi decât o rază dintr-o înotătoare la un peşte normal, la peştele-undițar devine alungit şi țeapăn, ajungând să semene cu un băț de pescuit. La unele specii, „undița“ e atât de lungă şi de flexibilă, încât pare mai curând undiță decât băț. Iar la capătul undiței sau bățului de pescuit, se află – ce altceva? – o nadă, o momeală. Nadele diferă de la specie la specie, dar la toate spe-

1. Nu influențează cu nimic ideea pe care vreau s-o redau, dar povestea li se aplică numai femelelor de peşte-undițar. Masculii sunt de obicei nişte piticanii care se agață ca nişte paraziți de corpurile femelelor, de parcă ar fi nişte mici înotătoare suplimentare. (*N. a.*)

ciile seamănă cu mici mostre de hrană: poate un viermişor, poate un peştişor, poate o bucăţică greu de definit, dar ispititoare şi care se zbenguie. Adeseori, această momeală este şi ea luminoasă – o altă reclamă naturală de neon, al cărei mesaj transmis de jur împrejur este: „Vino şi mănâncă-mă.“ Peştii mici chiar se simt atraşi. Se apropie de momeală – şi e ultimul lucru pe care apucă să-l facă, pentru că imediat femela peştelui-undiţar îşi cască botul uriaş, iar prada se scufundă în el cu tot cu şuvoiul de apă.

Putem spune atunci că peştişorii înghiţiţi „cresc, cultivă“ momeli din ce în ce mai apetisante, la fel cum păunițele îşi cresc păunii din ce în ce mai atrăgători, iar horticultorii cresc trandafiri din ce în ce mai frumoşi? E greu de înțeles de ce n-ar fi chiar aşa. În cazul trandafirilor, cele mai frumoase exemplare sunt cele deliberat selectate de grădinari pentru a fi cultivate mai departe. Cam acelaşi lucru se poate spune şi despre păunii aleşi de păunițe. E posibil ca păunițele să nu fie conştiente că ele aleg, pe când crescătorii de trandafiri sunt. Dar asta nu pare o distincție foarte importantă, în condițiile date. Mai captivantă e distincția dintre exemplul peştelui-undiţar şi celelalte două. Peştii înghiţiţi aleg într-adevăr cel mai „atrăgător“ dintre peştii-undiţari pe care-i cresc ei înşişi, pe o cale indirectă: îi favorizează supraviețuirea hrănindu-l! Peştii-undiţari fără o nadă ispititoare e mai probabil să moară de foame, deci au mai puține şanse de a fi „crescuți, cultivați“. Iar cei care fac „alegerea“ sunt chiar peştişorii pe care-i înghit peştii-undiţari. Dar ei fac alegerea cu propriile vieți! Concluzia de care ne apropiem încet-încet este selecția naturală, şi vom ajunge la capătul seducției progresive despre care vorbeşte capitolul de față.

Iată cum arată această progresie:

1. Oamenii au ales anume trandafiri frumoşi, floarea-soarelui etc. pentru cultivare, prin această opțiune menținând în bazinul genetic genele care produc trăsăturile atrăgătoare dorite. Acest lucru se numeşte *selecție artificială* şi este ceva ce oamenii cunoşteau deja

cu mult înaintea lui Darwin; oricine înțelege că e un proces suficient de puternic pentru a transforma lupii în căței chihuahua, și pentru a lungi știuleții de porumb de la câțiva centimetri la o lungime de un braț.

2. Păunițele – nu știm dacă în mod conștient și deliberat, dar să presupunem că nu – aleg păunii cei mai atrăgători cu care să se împerecheze, menținând astfel în bazinul lor genetic genele care produc trăsăturile favorizante. Acest lucru se numește *selecție sexuală*, iar Darwin a fost cel care a descoperit-o sau, cel puțin, a recunoscut-o ca atare și i-a dat un nume.

3. Peștii de mici dimensiuni aleg pentru supraviețuire (în mod clar n-o fac înadins) anumiți pești-undițari, hrănindu-i pe cei mai atrăgători dintre ei cu propriile lor trupuri, în felul acesta selectându-i fără să vrea, pentru a fi crescuți mai departe și menținându-le în bazinul genetic genele care produc tocmai acele trăsături atrăgătoare. Acest lucru se numește *selecție naturală* – ei bine, da, am ajuns și acolo! – și a fost cea mai mare descoperire a lui Darwin.

Darwin, cu geniul său aparte, și-a dat seama că natura putea să joace rolul agentului de selecție. Toată lumea cunoștea selecția artificială[1] – sau, cel puțin, toată lumea care avea cât de cât experiență în materie de ferme sau grădini, de spectacole cu

1. Clișeul bine-cunoscut despre cum ar fi fost Hitler inspirat de Darwin se bazează măcar în parte pe faptul că și Hitler, și Darwin au fost impresionați de ceva ce toată lumea știa deja de secole: animalele pot fi crescute pentru anumite calități dorite. Hitler a visat să aplice această cunoaștere comună la specia umană – nu însă și Darwin. Pe acesta din urmă inspirația l-a condus într-o direcție mult mai interesantă și mai originală. Marea intuiție a lui Darwin a fost că nici nu e nevoie de un agent de selecție: natura poate juca rolul crescătorului selectiv – prin simpla supraviețuire sau prin reușita unei reproduceri diferențiate. Cât despre „darwinismul *social*“ propovăduit de Hitler – credința lui într-o luptă a raselor –, în realitate, așa ceva e foarte ne-darwinist. Pentru Darwin, lupta pentru existență se ducea între indivizii aceleiași specii, *nu* între specii, rase ori alte grupuri. Să nu ne lăsăm induși în eroare de subtitlul prost ales și nefericit al marii cărți a lui Darwin, cel puțin la prima sa ediție: *On the Origin of Species by Means of Natural*

câini sau de cotețe cu porumbei. Însă Darwin a fost primul care a remarcat că nici măcar nu-i nevoie de un *agent* de selecție. Alegerea se poate face automat – prin supraviețuire sau prin nereușita supraviețuirii. Este important să supraviețuiești, a înțeles Darwin, pentru că numai cel care supraviețuiește se reproduce și-și trece mai departe genele (el n-a folosit acest cuvânt) care l-au ajutat să supraviețuiască.

Am ales exemplul cu peștele-undițar pentru că și aici poate fi vorba despre un agent de selecție care se folosește de ochi pentru a-i favoriza pe supraviețuitori. Dar am ajuns în raționament – ideea lui Darwin – la nivelul de la care nu mai avem nevoie să vorbim despre vreun agent de selecție. Să trecem de la peștele-undițar la ton sau la tarpon, să zicem, pești care-și urmăresc prada foarte activ. Oricât am jongla cu limbajul sau imaginația, nu putem afirma că prada își „alege" tarponul pe care să-l ajute să supraviețuiască, lăsându-se mâncată de acesta. Ceea ce putem spune este că tarponii cel mai bine dotați pentru capturarea prăzii, indiferent care ar fi cauza – mușchi mai puternici pentru

---

Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life (*Despre originea speciilor pe calea selecției naturale, sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență*). Este limpede din textul însuși că Darwin nu se referea la rase în sensul de „grup de oameni, animale sau plante, uniți printr-o descendență sau origine comună", cum e formulată o definiție în dicționar. El avea în vedere definiția alternativă: „grup sau clasă de oameni, animale sau lucruri, care au în comun una sau mai multe trăsături". Un exemplu pentru acest al doilea sens ar fi: „toți acei indivizi (indiferent de rasa lor din punct de vedere geografic) care au ochii albaștri". În jargonul tehnic al geneticii moderne, pe care nu-l avea la dispoziție Darwin, am traduce cuvântul *rasă* din subtitlu cam așa: „toți acei indivizi care posedă o anumită alelă". Înțelegerea greșită a „luptei pentru existență" a lui Darwin ca o luptă între *grupuri* de indivizi – așa-numita eroare a „selecției de grup" – nu se limitează, din păcate, la rasismul lui Hitler. Ea revine mereu în actualitate, prin răstălmăcirile amatoristice ale darwinismului, chiar și la unii biologi de profesie, care ar trebui să fie mai atenți la ceea ce spun. (*N. a.*)

înot, ochi mai buni etc. –, vor fi cei care vor supraviețui, deci care se vor reproduce și-și vor trece mai departe genele care i-au ajutat să supraviețuiască. Aceştia sunt „aleşii“, prin simplul fapt că rămân în viață, pe când orice tarpon ceva mai puțin dotat, indiferent care ar fi cauza, nu supraviețuieşte. Drept care, putem adăuga un al patrulea punct pe listă:

4. Fără existența vreunui agent de selecție, indivizii care sunt „aleşi“ prin faptul că din întâmplare posedă o dotare superioară pentru a supraviețui sunt cei mai susceptibili de a se reproduce și, prin urmare, de a-și trece mai departe genele care favorizează acele dotări superioare. De aceea, fiecare bazin genetic din fiecare specie tinde să se umple cu gene care produc dotarea superioară necesară supraviețuirii și autoreproducerii.

Observați cât de cuprinzătoare e selecția naturală. Celelalte exemple pe care le-am enumerat, pașii 1, 2 și 3, plus o mulțime de altele, pot fi toate înglobate în selecția naturală drept cazuri particulare ale unui fenomen mai general. Darwin a formulat cazul cel mai general al unui fenomen pe care oamenii îl cunoşteau deja, chiar și pe vremea lui, dar într-o formă mai restrânsă. Până atunci nu-l cunoscuseră decât în cazul aparte al selecției artificiale. Cazul general este supraviețuirea nealeatorie a unor dotări ereditare variind aleatoriu. Nu contează cum se ajunge la supraviețuirea nealeatorie. Se poate petrece în urma opțiunii deliberate a unui agent de selecție (aşa cum, de exemplu, oamenii aleg pentru înmulțire ogari cu pedigri); se poate petrece în urma unei alegeri accidentale a unui agent de selecție, fără o intenție explicită (precum păunițele care-și aleg păunii pentru împerechere); se poate petrece în urma unei alegeri accidentale, pe care cel care face alegerea – cu o capacitate de auto-observare pe care o avem noi, oamenii, dar nu și alți agenți de selecție – ar prefera să n-o fi făcut (precum peștii deveniți pradă, care aleg să se apropie de momeala unui peşte-undițar); sau se poate petrece în urma unui gest pe care nu l-am considera câtuși de puțin o alegere propriu-zisă, precum supraviețuirea tarponului

în virtutea, să zicem, a unui obscur avantaj de ordin biochimic la nivelul muşchilor care-i conferă un elan în plus atunci când îşi urmăreşte prada. Într-un pasaj preferat din *Originea speciilor*, care îmi place foarte mult, Darwin însuşi s-a exprimat minunat:

> Se poate spune că selecția naturală ține sub o atentă supraveghere, zi de zi şi ceas de ceas, oriunde în lume, orice variație, chiar şi pe cea mai nesemnificativă; că respinge tot ce e rău, păstrând şi acumulând tot ce e bun; că lucrează în liniște şi fără sentimente, ori de câte ori şi oriunde i se iveşte ocazia, la îmbunătățirea fiecărei vietăți în raport cu condițiile ei de viață, organice şi anorganice. Noi nu vedem nici una dintre aceste subtile mişcări, până când acul orar al timpului nu a marcat lunga trecere a erelor, iar atunci, atât de imperfectă este vederea noastră când are de-a face cu îndelungatele vremuri geologice trecute, încât vedem doar că formele de viață sunt acum diferite de cum erau mai demult.

Am citat aici, aşa cum fac de obicei, din *prima* ediție a capodoperei lui Darwin. O interpolare interesantă şi-a făcut loc în edițiile ulterioare: „*Metaforic*, se poate spune că selecția naturală ține sub o atentă supraveghere, zi de zi şi ceas de ceas…“ (sublinierea mea). Ai crede că „se poate spune…“ era o precauție suficientă. Dar în 1866 Darwin a primit o scrisoare din partea lui Wallace, codescoperitorul selecției naturale, care-i sugera că era necesar, din păcate, un şi mai înalt gard de protecție împotriva răstălmăcirilor:

> Dragul meu Darwin, în atâtea rânduri am fost izbit de incapacitatea crasă a unui mare număr de persoane altminteri inteligente de a vedea cu claritate, sau măcar de a vedea pur şi simplu autodeterminarea şi efectele necesare ale selecției naturale, încât am ajuns la concluzia fermă că înseşi expresia şi modul dumitale de a o ilustra, oricât de limpezi şi de minunate sunt pentru mulți dintre noi, nu sunt totuşi cel mai bine adaptate pentru a inocula ideea în marele public interesat de ştiințele naturii. (*Apud* Marchant, 1916, p. 170.)

În continuare, Wallace cita un autor francez pe nume Janet, care în mod evident era profund nelămurit, spre deosebire de Darwin şi de el însuşi:

Omul consideră că slăbiciunea dumitale constă în aceea că nu înțelegi că „rațiunea şi direcția sunt esențiale pentru acțiunea selecției naturale“. Aceeaşi obiecție a fost ridicată de nenumărate ori de principalii dumitale adversari, şi eu însumi am auzit-o la fel de frecvent invocată în discuții. Cred acum că ea se datorează aproape în întregime termenului pe care l-ai adoptat, *selecție naturală*, şi faptului că o pui constant în balanță, prin efectele ei, cu selecția făcută de om, precum şi faptului că atât de frecvent personifici natura, spunând că ea „selectează“, că „preferă“… etc. Pentru unii, e limpede ca lumina zilei şi minunat de sugestiv, dar pentru mulți reprezintă o evidentă piatră de încercare. Aş vrea prin urmare să-ți sugerez să eviți cu totul această sursă de neînțelegere a splendidei dumitale munci, lucru care, în viitoarele ediții ale *Originii*, se poate face fără dificultate şi foarte eficient dacă adopți formula lui Spencer […] „supraviețuirea celor mai bine adaptați“. Această formulă nu face decât să exprime un *fapt*; iar „selecția naturală“ este expresia lui metaforică […].

Wallace avea dreptate. Din păcate, formula lui Spencer, „supraviețuirea celor mai bine adaptați“, ridică ea însăşi probleme pe care Wallace nu avea cum să le prevadă – iar eu nu voi mai intra în ele acum. Cu tot avertismentul lui Wallace, prefer să urmez strategia lui Darwin de a introduce selecția naturală pe calea domesticirii şi a selecției artificiale. Îmi place să cred că, de atunci încoace, *monsieur* Janet va fi înțeles ce şi cum. Dar mai am un motiv pentru care merg pe urmele lui Darwin, şi nu e deloc rău motivul. Testul suprem al unei ipoteze ştiințifice îl constituie experimentul. În cazul de față, experiment înseamnă că nu stai şi aştepți ca natura să facă un lucru, observându-l pasiv şi urmărind cu ce şi cum se corelează. Te bagi şi tu şi *faci* ceva. *Manipulezi. Schimbi* ceva, într-un mod oarecare, dar sistematic, şi compari ce ai obținut cu un lot de „control“, care n-a suferit schimbarea, sau îți compari rezultatul cu o schimbare diferită.

Interferența cu experimentul e de maximă importanță, pentru că fără ea nu poți fi niciodată sigur că o corelație pe care o re-

marci are vreo semnificație cauzală oarecare. Acest lucru se poate ilustra cu ajutorul așa-numitei „erori a ceasurilor de biserică". În turnurile a două biserici vecine, ceasurile bat ora exactă, dar cel de la Sf. A e cu puțin înaintea celui de la Sf. B. Un extraterestru de pe Marte, constatând acest decalaj, ar putea deduce că bătăile ceasului de la Sf. A sunt *cauza* bătăilor ceasului de la Sf. B. Noi, pământenii, ştim de ce se întâmplă aşa, dar singurul test real al ipotezei ar presupune ca, experimental, ceasul de la Sf. A să fie făcut să sune în momente alese în mod *aleatoriu*, nu numai la oră fixă. Predicția marțianului (care s-ar vedea infirmată în acest caz, desigur) ar fi că ceasul de la Sf. B ar urma să bată imediat după cel de la Sf. A. Doar manevrele experimentale pot stabili dacă o corelație observată indică în mod real o cauzalitate.

Dacă pleci de la ipoteza că supraviețuirea nealeatorie a unor variațiuni genetice aleatorii are consecințe evolutive majore, atunci testarea *experimentală* a ipotezei ar trebui să presupună o intervenție deliberată din partea omului. Dă-i drumul şi *manipulează*, adică stabileşte care variantă supraviețuieşte şi care nu. Dă-i drumul şi *alege*, în calitate de crescător uman, care tipuri de indivizi ajung să se reproducă. Iar aceasta, desigur, este selecție artificială. Selecția artificială nu e doar o analogie pentru selecția naturală. Selecția artificială e un adevărat test *experimental* – nu doar observațional – al ipotezei că selecția provoacă modificări evolutive.

Majoritatea exemplelor cunoscute de selecție artificială – de pildă, producerea diferitelor rase de câini – sunt observate privind retrospectiv, nu teste deliberate ale unor predicții, în condiții controlate experimental. Dar experimente propriu-zise au fost efectuate, iar rezultatele asupra câinilor, verzelor şi florilor au fost întotdeauna cele aşteptate. Iată un exemplu tipic, şi încă unul foarte bun, pentru că agronomii de la stațiunea experimentală din statul american Illinois au început experimentul

cu destul de mult timp în urmă (v. Dudley şi Lambert, 1992), în 1896 (generația I din graficul de mai jos). E vorba de conținutul de ulei din semințele de porumb de la două linii evolutive diferite, selectate artificial, una pentru o producție mare, cealaltă pentru o producție mică de ulei. Este un experiment autentic, pentru că sunt comparate rezultatele a două manipulări sau intervenții deliberate. Aşa cum se vede, există o diferență mare, iar aceasta creşte. Pare plauzibil ca în cele din urmă tendința crescătoare şi cea descrescătoare să se stabilizeze: linia de mică producție de ulei, pentru că nu se poate coborî sub zero, iar linia de producție mare de ulei din motive aproape la fel de clare.

Iată încă o demonstrație de laborator a puterii selecției artificiale, instructivă dintr-un alt punct de vedere. Graficul de alături (figura 8) ilustrează vreo şaptesprezece generații de

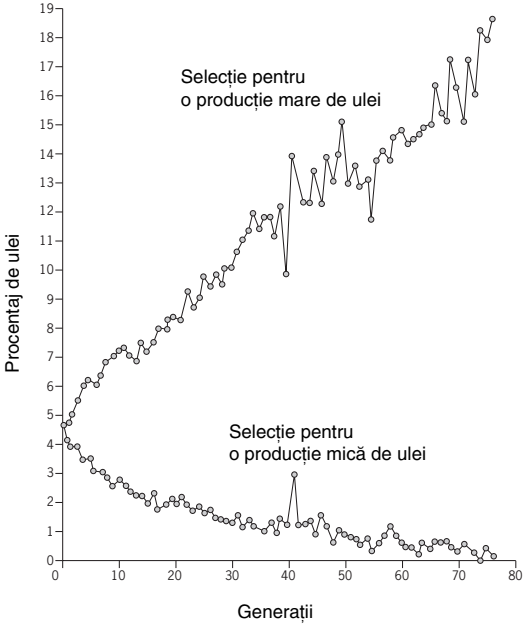


Fig. 7 – Două linii evolutive de porumb, selectate pentru o producție mare de ulei, respectiv pentru o producție mică

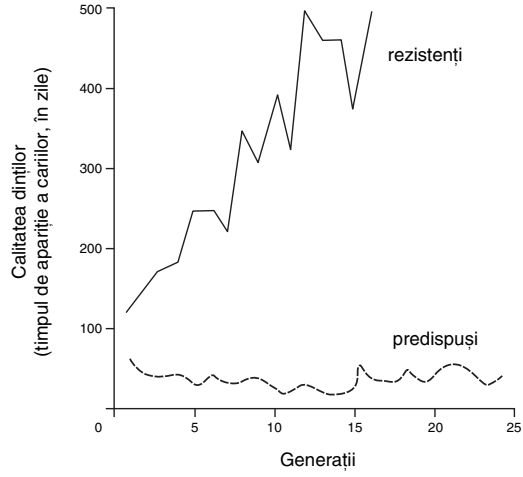


Fig. 8 – Două linii evolutive de șobolani, selectate pentru o rezistență mare la degradarea dinților, respectiv pentru o rezistență scăzută

şobolani, selectaţi artificial pentru rezistența la degradarea dinților (Ridley, 2004, p. 48). Valoarea considerată este timpul (în zile) cât şobolanii nu au prezentat carii dentare. La începutul experimentului, perioada tipică de absență a degradării dinților era de circa 100 de zile. După numai douăsprezece generații de selecție sistematică în funcție de lipsa cariilor, aceeaşi perioadă tipică se lungise de vreo patru ori sau chiar mai mult. O dată în plus, o linie evolutivă separată a fost aleasă pentru a evolua în direcția opusă: în acest caz, experimentele au pledat sistematic în favoarea predispoziției la degradarea dinților.

Discuția despre dinții şobolanilor va fi prima din trei asemenea incursiuni în selecția naturală propriu-zisă, în care suntem pregătiți de-acum să ne aventurăm. În celelalte două vom regăsi vietăți întâlnite pe „calea uşoară“ a domesticirii, şi anume câini şi flori.

DINȚII ȘOBOLANILOR

Dacă este atât de simplu ca dinții şobolanilor să se îmbunătățească prin selecție artificială, de ce selecția naturală i-a lăsat într-un asemenea hal? Cu siguranță că nimeni nu are vreun avantaj de pe urma degradării dinților. Şi-atunci, dacă selecția artificială o poate stăvili, de ce n-a făcut acelaşi lucru şi selecția naturală, şi încă de mult timp? Două răspunsuri îmi vin în minte, ambele instructive.

Primul răspuns este că populația originară pe care selectorii umani au folosit-o ca materie primă era constituită nu din şobolani sălbatici, ci din şobolani albi, domesticiți, crescuți în laborator. Se poate spune că şobolanii de laborator trăiesc în puf, la fel ca oamenii moderni, feriți de asperitățile selecției naturale. O eventuală tendință genetică spre degradarea dinților ar avea darul de a reduce semnificativ perspectivele supraviețuirii în sălbăticie, dar nu înseamnă mare lucru într-o colonie de laborator, unde viața este uşoară şi oamenii sunt cei care hotărăsc cine se reproduce şi cine nu, fără vreun interes aparte pentru supraviețuire.

Acesta ar fi primul răspuns la întrebare. Al doilea este mai interesant, pentru că vine la pachet cu o lecție importantă legată de selecția naturală, ca şi de selecția artificială: lecția trocurilor – şi ne-am lovit deja de ea când vorbeam despre polenizare şi strategiile prin care plantele şi-o asigură. Nimic nu e pe gratis, totul are ataşată o etichetă de preț. Ar putea părea evident că degradarea dinților trebuie evitată din toate punctele de vedere, şi nu mă îndoiesc: orice carie dentară scurtează mult durata vieții la şobolani. Dar să ne gândim o clipă la ce-ar trebui să se întâmple ca să crească rezistența animalelor la degradarea dinților. Nu cunosc detaliile, dar sunt convins că e vorba de un proces costisitor şi nici nu-mi trebuie altă premisă de la care să plec. Să presupunem că rezistența la degradarea dinților se obține printr-o îngroşare a pereților dintelui, ceea ce implică

un surplus de calciu. Nu e imposibil de găsit acest surplus de calciu, dar el trebuie să vină de undeva şi nu e pe gratis. Calciul (sau orice altă resursă care să limiteze degradarea) nu pluteşte liber în aer. El ajunge în organism prin intermediul hranei şi e potențial folositor şi în alte părți ale corpului în afară de dinți. Există în organism ceva ce-am putea numi economia calciului. Calciul este necesar în oase precum şi în lapte. (Plec de la premisa că e vorba de calciu. Chiar dacă nu e calciul, trebuie să fie o altă resursă limitativă costisitoare, iar raționamentul rămâne valabil oricare ar fi această resursă, aşa încât voi continua să vorbesc despre calciu.) Un şobolan cu dinți extrem de puternici ar putea avea *tendința* să trăiască mai mult decât un alt şobolan cu dinții stricați, toate celelalte condiții fiind aceleaşi. Dar nu toate condițiile sunt aceleaşi, deoarece calciul necesar pentru a-i întări dinții trebuia să provină de undeva, să zicem din oase. Un rival ale cărui gene nu l-au predispus la scăderea nivelului calciului din oase ar putea trăi deci mai mult, datorită oaselor lui superioare şi în ciuda faptului că are dinții mai stricați. Sau acelaşi rival ar putea fi mai favorizat la capitolul creştere a puilor, pentru că e vorba de o femelă cu un lapte mai bogat în calciu. După cum le place economiştilor să-l citeze adesea pe Robert Heinlein, nu există prânz gratuit. Exemplul meu cu şobolanul e unul ipotetic, dar în mod sigur se poate spune că, economic vorbind, trebuie să existe un şobolan cu dinții *mult prea* buni. Perfecțiunea la un capitol presupune sacrificiul la un alt capitol.

Lecția se aplică tuturor ființelor vii. Ne putem aştepta ca trupurile să fie bine dotate pentru a supraviețui, dar asta nu înseamnă că trebuie să fie perfecte în raport cu oricare dimensiune luată separat. Poate că o antilopă cu picioarele puțin mai lungi aleargă mai repede şi are mai multe şanse de a scăpa de un leopard. Numai că o antilopă rivală, cu picioare şi mai lungi, chiar dacă e mai bine dotată pentru a scăpa cu fuga de un prădător, trebuie să plătească pentru picioarele mai lungi la un alt capitol

din economia corpului. Materialele necesare pentru a produce oasele şi muşchii suplimentari din picioarele mai lungi trebuie luate de altundeva, drept care individul cu picioare mai lungi e mai susceptibil să moară din alte motive decât cele care au de-a face cu prădătorii. Sau este şi mai predispus să moară mâncat de prădători, tocmai din cauza picioarelor mai lungi, care, chiar dacă pot alerga mai repede, se pot şi rupe mai uşor, situaţie în care animalul nu mai aleargă deloc. Trupul e un amestec de compromisuri. Voi reveni la această problemă în capitolul dedicat cursei înarmărilor.

În condiţiile domesticirii, animalele sunt ferite în mod artificial de multe riscuri dintre cele care scurtează vieţile animalelor sălbatice. O vacă de muls cu pedigri poate da cantităţi mari de lapte, dar ugerul imens ar împiedica-o serios în orice tentativă de a scăpa cu fuga de un leu, de pildă. Caii pursânge se pricep de minune să alerge şi să sară, dar au picioarele vulnerabile şi predispuse să se rănească în timpul curselor, mai ales la săriturile peste obstacole, ceea ce sugerează că selecţia artificială i-a împins într-o zonă pe care selecţia naturală n-ar fi tolerat-o. Mai mult, caii pursânge se dezvoltă numai pe baza unei diete bogate, furnizată de oameni. În timp ce căluţii neaoşi din Marea Britanie, de exemplu, prosperă pe pajişti, caii de curse nu prosperă decât dacă sunt hrăniţi cu un regim de hrană mult mai bogat în cereale şi suplimente – pe care nu le-ar găsi în sălbăticie. Dar voi reveni la toate acestea în capitolul dedicat cursei înarmărilor.

IARĂŞI DESPRE CÂINI

După ce am ajuns în fine la chestiunea selecţiei naturale, ne putem întoarce la exemplul câinilor pentru câteva învăţăminte importante. Am spus că ei sunt lupi domesticiţi, dar trebuie să reevaluez această afirmaţie în lumina unei teorii fascinante asupra evoluţiei câinelui, prezentată foarte clar de Raymond Coppinger.

Ideea este că evoluția câinelui nu a ținut numai de selecția artificială. A ținut în egală măsură și de faptul că lupii s-au adaptat la condițiile de viață ale omului, prin selecție naturală. Domesticirea inițială a câinelui a fost, în realitate și în mare parte, o *autodomesticire*. Cu mult înainte ca oamenii să fi pus mâna pe dălțile din cutia cu scule a selecției artificiale, selecția naturală transformase deja lupii în „câini ai satului“ autodomesticiți, fără vreo intervenție umană. Abia mai târziu s-au apucat oamenii să adopte aceşti câini ai satelor şi să-i metamorfozeze, cuprinzător şi separat, în paleta de rase care onorează astăzi (dacă termenul corect este *onorează*) diferitele concursuri de performanțe şi frumusețe canine (dacă termenul corect este *frumusețe*).

Coppinger arată că, atunci când scapă şi ajung să trăiască în sălbăticie mai multe generații, animalele domestice se întorc de regulă la un mod de viață apropiat de cel al strămoşilor sălbatici. Ne putem aştepta prin urmare ca şi câinii scăpați în sălbăticie să redevină asemănători lupilor. Dar asta nu se întâmplă. În schimb, câinii lăsați în sălbăticie par să devină omniprezenții „câini ai satului“, nişte „câini-paria“, care se ațin pe lângă aşezările omeneşti peste tot prin țările sărace din Lumea a Treia. Asta îl încurajează pe Coppinger să creadă că acei câini asupra cărora crescătorii umani s-au hotărât să se aplece nu mai erau lupi. Se preschimbaseră deja în câini: câini ai satului, câini-paria, poate chiar câini dingo.

Lupii autentici vânează în haită. Câinii satului sunt saprofagi, frecventând mormanele de resturi menajere şi gropile de gunoaie. Şi lupii scormonesc prin gunoaie, dar ei nu sunt potriviți temperamental ca să se hrănească din resturile oamenilor, din cauza „distanței de fugă“ lungi. Când vezi un animal hrănindu-se, îi poți măsura distanța de fugă observând cât de mult îți îngăduie să te apropii înainte să-şi ia tălpăşița. Pentru orice specie dată, în orice situație dată, există o distanță de fugă optimă, care se întinde de la prea temerar sau nesăbuit, la distanța cea mai mică, până la prea sperios sau care nu-şi asumă nici

un risc, la distanța cea mai mare. Indivizii care o iau din loc prea târziu, atunci când sunt amenințați de un pericol, sunt mai predispuşi să fie ucişi chiar de acel pericol. Deşi mai puțin evident, există şi situații în care unele animale o iau la fugă prea devreme. Cele prea sperioase nu apucă niciodată să mănânce ca lumea, pentru că o iau la fugă la primul semn, cât de mic, de primejdie la orizont. Sigur că ne vine uşor să trecem cu vederea pericolele respingerii oricărui risc. Ne mirăm când vedem zebre sau antilope care pasc liniştite în plină rază vizuală a leilor şi nu le aruncă decât din când în când o privire precaută. Ne mirăm pentru că aversiunea noastră față de riscuri (sau a ghidului care ne însoțeşte în safari) ne ține la adăpost în vehiculul de teren, chiar dacă nu avem nici un motiv să bănuim că ar exista picior de leu pe o rază de câțiva kilometri. Asta se întâmplă pentru că noi nu avem motive de aprehensiune. La întoarcerea din safari, tot ne vom primi aceeaşi masă dintotdeauna. Strămoşii noştri sălbatici le-ar fi înțeles mult mai bine pe zebrele care-şi asumă riscuri. Ca şi ele, ei ar fi trebuit să pună în balanță riscul de a fi mâncați cu celălalt risc, de a nu mai mânca ei nimic. Sigur că leul ar fi putut ataca; dar, în funcție de mărimea grupului din care făceau parte, existau şanse ca un alt membru al grupului să cadă sub colții fiarei. Iar cei care nu se aventurau niciodată pe terenurile de vânătoare, sau măcar la sursa de apă, mureau de foame sau de sete. E vorba de aceeaşi lecție a trocurilor de ordin economic din viața animalelor; ne-am mai lovit de ele, şi încă de două ori.[1]

1. Psihologii le aplică oamenilor teste analoage de asumare a riscurilor, care arată diferențe interesante. Întreprinzătorii prețuiesc măsurile riscante, la fel ca piloții, alpiniştii, motocicliştii şi amatorii de sporturi extreme. Femeile tind să evite riscurile mai mult decât bărbații. Adepții feminismului subliniază că săgeata cauzală poate funcționa în ambele sensuri: femeile pot deveni şi mai temătoare în fața riscurilor, date fiind ocupațiile către care societatea le împinge. (*N. a.*)

Concluzia digresiunii este că lupul sălbatic, la fel ca orice alt animal, are şi el o distanță de fugă optimă bine echilibrată – şi potențial flexibilă – între prea îndrăzneț şi prea temător. Selecția naturală influențează distanța de fugă, modificând-o într-un sens ori în celălalt, în funcție de felul în care se schimbă condițiile în decursul evoluției. Dacă o nouă şi îmbelşugată sursă de hrană se iveşte în lumea lupilor, sub forma unei gropi de resturi menajere săteşti, acest fapt modifică distanța optimă de fugă scurtând-o, adică făcând animalele mai puțin doritoare s-o ia la sănătoasa când se pot bucura de un asemenea festin.

Ne putem închipui lupi sălbatici scormonind în mormanul de gunoaie de la marginea unui sat. Cei mai mulți, temându-se de oamenii care aruncă spre ei cu pietre ori sulițe, au o distanță de fugă foarte lungă. Aceştia fug repede către siguranța pădurii de cum se iveşte chiar şi un singur om în depărtare. Dar câțiva membri ai haitei, printr-un hazard genetic, prezintă o distanță de fugă ceva mai scurtă decât media. Capacitatea lor de a-şi asuma riscuri mărunte – sunt viteji, putem spune, dar nu nesăbuiți – îi face să aibă parte de mai multă hrană decât rivalii lor mai temători în fața riscurilor. Pe măsură ce trec generațiile, selecția naturală favorizează o distanță de fugă din ce în ce mai scurtă, până la nivelul la care siguranța lupilor chiar este amenințată de oamenii care aruncă cu pietre. Distanța de fugă optimă s-a modificat din cauza noii surse de hrană disponibile.

Ceva similar acestei scurtări evolutive a distanței de fugă a fost, crede Coppinger, primul pas pe calea domesticirii câinelui, şi s-a obținut prin selecție naturală, nu artificială. Micşorarea distanței de fugă e o măsură comportamentală a ceea ce se poate numi îmblânzire crescândă. În acest stadiu, oamenii încă nu-şi alegeau indivizii cei mai blânzi pentru a-i creşte în mod deliberat. În acest stadiu timpuriu, singurele interacțiuni dintre oameni şi acei câini în devenire erau la fel de ostile. Dacă lupii deveneau mai blânzi, motivul era autodomesticirea, nu domesticirea lor deliberată de către oameni, care a venit mai târziu.

Ne putem face o idee despre cum se modelează natural sau artificial îmblânzirea – sau orice altceva –, dintr-un experiment contemporan fascinant: domesticirea vulpilor argintii ruseşti în folosul comerţului cu blănuri. Experimentul e interesant prin ce ne dezvăluie, dincolo de tot ce ştia Darwin, despre procesul de domesticire, „efectele secundare" ale creşterii selective şi asemănarea dintre selecţia artificială şi cea naturală, pe care marele naturalist o înţelegea prea bine.

Vulpea argintie nu e decât o variantă coloristică, preţuită pentru blana ei, a vulpii roşii comune, *Vulpes vulpes*. Geneticianul rus Beliaev a fost angajat să conducă în anii 1950 o fermă de vulpi crescute pentru blană. A fost apoi dat afară, pentru că genetica lui ştiinţifică intra în contradicţie cu ideologia antiştiinţifică a lui Trofim D. Lîsenko, biologul-şarlatan care reuşise să i se bage lui Stalin pe sub piele, preluând – şi, în mare măsură, distrugând – tot ce au însemnat agricultura şi genetica sovietice timp de vreo două decenii. Beliaev a rămas cu dragostea lui pentru vulpi şi pentru genetica eliberată de Lîsenko, iar mai târziu a reuşit să-şi reia studiile în ambele domenii, ca director al unui institut de genetică din Siberia.

Vulpile sălbatice sunt greu de manevrat, iar Beliaev şi-a propus să le îmblânzească. La fel ca orice crescător de animale sau plante din vremea sa, el a exploatat variaţiile naturale (nu exista ingineria genetică pe atunci) şi a ales pentru îmblânzire acei masculi şi acele femele care se apropiau cel mai mult de idealul avut în vedere. Făcând această selecţie pentru îmblânzire, Beliaev ar fi putut alege – şi creşte apoi – masculii şi femelele care-l atrăgeau cel mai mult sau care se uitau la el cu expresiile faciale cele mai simpatice. Asta ar fi putut avea efectul scontat asupra îmblânzirii generaţiilor viitoare. Procedând însă mai sistematic, el a folosit o măsură apropiată de „distanţa de fugă", despre care am vorbit în legătură cu lupii sălbatici, dar adaptată puilor. Beliaev şi colegii săi (şi succesorii, pentru că programul a continuat şi după ce el a murit) au supus puii de vulpe unor

teste standard, în care un experimentator îi oferea puiului hrană din palmă, în timp ce cu mâna cealaltă îl mângâia sau doar îl atingea. Puii au fost împărțiți în trei clase. Din clasa a treia făceau parte cei care fugeau de om sau îl muşcau de mână. Cei din clasa a doua se lăsau atinşi cu mâna, dar nu manifestau o reacție pozitivă față de experimentatori. Puii din clasa întâi, cei mai blânzi, se apropiau de oameni, dădeau din cozi şi scheunau. După ce puii au crescut, experimentatorii i-au selectat doar pe cei mai blânzi.

Fig. 9 – Dmitri Konstantinovici Beliaev cu vulpile sale îmblânzite – parcă ar fi câini.

După numai şase generaţii de creştere selectivă pentru îmblânzire, vulpile se schimbaseră atât de mult încât experimentatorii s-au văzut obligaţi să introducă o nouă categorie, clasa „elitei domesticite“: vulpi „doritoare să stabilească legături cu omul, care gem ca să atragă atenţia şi îi adulmecă şi-i ling pe experimentatori precum câinii“ (Trut, 1999, p. 163). La începutul experimentului, nici o vulpe nu făcea parte din clasa de elită. După zece generaţii de creştere selectivă, 18% erau „elitiste“; după douăzeci de generaţii, 35%; iar după treizeci sau treizeci şi cinci de generaţii, „elita domesticită“ reprezenta între 70 şi 80% din populaţie.

Asemenea rezultate poate că nici nu sunt prea surprinzătoare, dacă dăm la o parte amploarea şi rapiditatea efectului. Treizeci şi cinci de generaţii ar trece neobservate la scara timpului geologic. Mai interesante au fost însă efectele secundare neprevăzute ale creşterii selective pentru domesticire. Darwin, iubitorul de câini, ar fi rămas uluit. Vulpile îmblânzite nu numai că se comportau ca nişte câini domestici, dar şi arătau ca ei. Îşi pierduseră blana vulpească şi erau tărcate, negru cu alb, ca nişte collie galezi. Urechilor ţanţoşe vulpeşti le luaseră locul nişte urechi clăpăuge de câine. Li se întorseseră şi cozile în sus, ca la câini, în loc să arate ca nişte mături îndreptate în jos, cum şi le poartă vulpile. Femelele intrau în călduri la fiecare şase luni, precum căţelele, nu la un an o dată, ca vulpoaicele. Potrivit lui Beliaev, şi sunetele pe care le scoteau erau ca de câine.

Aceste caracteristici canine erau efecte secundare. Beliaev şi ai săi nu le-au cultivat în mod special, ei fiind interesaţi doar de îmblânzire. Pare-se că trăsăturile canine specifice au venit pe urmele evolutive ale genelor domesticirii. Pentru geneticieni, nu e deloc surprinzător. Ei cunosc un fenomen larg răspândit, numit *pleiotropie*: genele n-au doar un singur efect, ci mai multe, aparent fără legătură între ele. Accentul cade pe cuvântul *aparent*. Dezvoltarea embrionară e extrem de complicată, iar pe măsură ce intrăm în detaliile ei, „aparent fără legătură“ devine

„legate pe o cale pe care abia acum o înțelegem“. Probabil că genele pentru urechi clăpăuge şi blănuri tărcate se leagă pleiotropic de genele pentru îmblânzire – la vulpi şi la câini deopotrivă. Aceasta ilustrează un aspect important al evoluției. Când observi o caracteristică a unui animal şi te întreabă care e valoarea ei de supraviețuire darwinistă, s-ar putea să pui o întrebare greşită, pentru că nu ea este cea care contează cu adevărat. S-ar putea ca ea să fi venit „în siaj“, atrasă în procesul evolutiv o alta, de care e legată pleiotropic.

Dacă are dreptate Coppinger, evoluția câinelui n-a ținut doar de selecția artificială, ci de un amestec complicat de selecție naturală (predominantă în primele stadii ale domesticirii) şi selecție artificială (apărută recent în prim-plan). Tranziția trebuie să se fi petrecut lin, ceea ce iarăşi subliniază asemănarea între selecția artificială şi cea naturală subliniată de Darwin.

IARĂȘI DESPRE FLORI

Şi acum, într-o a treia incursiune de încălzire în selecția naturală, să trecem la flori şi polenizare şi să vedem capacitatea selecției naturale de a călăuzi evoluția. Biologia polenizării ne oferă câteva fapte uimitoare, iar culmea miracolului e atinsă de orhidee. Nu-i de mirare că Darwin a fost atras de ele şi a scris cartea menționată deja, *Diversele mecanisme prin care orhideele sunt fertilizate de insecte*. Unele orhidee, cum ar fi cele din Madagascar, de tip „glonț magic“, despre care am vorbit mai sus, îşi plătesc polenizatorii cu nectar, în schimb altele au descoperit o modalitate de a ocoli costurile acestei polenizări plătite şi-şi păcălesc agenții de polenizare. Există orhidee care seamănă suficient de bine cu albinele (sau cu viespile, sau cu muştele) femele, încât să-i prostească pe masculii care încearcă să se împerecheze cu ele. În aşa măsură imită femelele anumitor specii de insecte, încât masculii acelor specii joacă rolul de glonț

magic şi trec din floare în floare, dar toate dintr-o singură specie de orhidee. Chiar dacă orhideea seamănă cu orice albină, nu neapărat de o anumită specie, masculii se lasă păcăliți de aspectul exterior şi funcționează ca nişte „gloanțe“ aproape magice. Dacă ne-am uita cu atenție la o asemenea orhidee-muscă sau orhidee-albină (vezi planşa color 5), n-am spune că e o insectă autentică, dar la o privire superficială sau din colțul ochiului, şi noi ne-am putea păcăli. Chiar şi privind-o din față, aş spune că orhideea-albină din imaginea *h* aduce în mod evident mai degrabă cu orhideea-bondar decât cu orhideea-albină meliferă. Insectele au ochii compuşi, care nu văd la fel de precis ca ochii noştri focalizați, iar formele şi culorile orhideelor care imită insectele, întărite de mirosurile seducătoare care le imită pe cele ale insectelor-femele, îi poti induce în eroare pe masculi. Privită în spectrul ultraviolet, la care noi n-avem acces, imitația e cu siguranță şi mai bună.

Aşa-numita orhidee-păianjen[1], *Brassia* (planşa color 5, imaginea *k*), obține polenizarea printr-o altfel de amăgire. Femelele diverselor specii de viespi solitare („solitare“, pentru că nu trăiesc în roiuri mari, ca acele năpaste de toamnă bine-cunoscute, numite în America *yellowjacket* [„haină galbenă“]) prind păianjeni, îi înțeapă ca să-i paralizeze, apoi îşi depun ouăle în ei şi le asigură larvelor o porție zdravănă de hrană vie. Orhideele-păianjen seamănă destul de bine cu păianjenii, iar viespile-femele se lasă păcălite şi încearcă să le înțepe, ocazie cu care adună pe corpurile lor o mulțime de grăunțe de polen produse de orhidee. Când se mută pe altă floare şi încearcă s-o înțepe şi pe ea, polenul e transferat. Fiindcă tot a venit vorba, nu mă pot abține să menționez cazul exact invers, al păianjenului *Epicadus heterogaster*, care imită orhideea: insectele vin către „floare“ în căutarea nectarului şi sunt imediat mâncate.

---

1. Iată câteva site-uri legate de acestea: http://www.arhomeandgarden.org/plantoftheweek/articles/orchid_red_spider_8_2908.htm; http://www.orchidflowerhq.com/Brassiacare.php; http://www.absoluteastronomy.com/topics/Brassia; http://en.wikipedia.org./wiki/Brassia. (*N. a.*)

Unele dintre cele mai uimitoare orhidee care practică aceste trucuri de seducție se găsesc în vestul Australiei. Diversele specii din genul *Drakaea* se mai numesc şi orhidee-ciocan. Fiecare specie are o relație aparte cu câte o specie de viespe de tipul aşa-numitelor *thynnide*. O parte a florii prezintă o vagă asemănare cu insecta, amăgindu-l pe masculul acelei specii să încerce să se împerecheze cu ea. *Drakaea* nu diferă mult de alte insecte care imită orhideele, dar păstrează în mânecă un remarcabil atu: „viespea“ falsă e fixată la capătul unui „braț“ articulat, care are şi un „cot“ flexibil (articulația se vede clar în imaginea *g* de pe planşa color 5). Mişcarea prin care viespea-mascul apucă femela manechin imprimă o vibrație care face „cotul“ să se îndoaie, iar viespea e lovită, ca de un ciocan, de partea cealaltă a florii – să-i spunem „nicovală“ –, unde sunt organele ei sexuale. Grăunțele de polen sunt dislocate şi se fixează de corpul viespii-mascul, care în cele din urmă scapă din strânsoare şi-şi ia zborul, nesatisfăcut şi cu nimic mai înțelept, după toate aparențele, pentru că se duce glonț să repete experiența cu altă orhidee-ciocan, unde atât el, cât şi grăunțele de polen pe care le poartă sunt izbiți la fel de nicovală, încărcătura de polen găsindu-şi refugiu pe organele femeieşti ale florii. Am prezentat un film cu această uimitoare simbioză la una dintre conferințele mele de Crăciun de la Institutul Regal, dedicate copiilor; filmul poate fi văzut în înregistrarea conferinței intitulate „Grădina ultravioletă“[1].

În aceeaşi conferință am prezentat şi „orhideele-găleată“ din America de Sud, care-şi obțin polenizarea într-un mod la fel de remarcabil, dar cu totul diferit. Şi acestea au polenizatorii lor specializați, nu viespi, ci nişte albine mici din aşa-numitul gen *Euglossinae*. Nici aceste orhidee nu oferă nectar, însă nici nu păcălesc albinele să se împerecheze cu ele. Le furnizează

1. Disponibilă pe DVD-ul intitulat *Growing Up in the Universe* (*Cum se creşte în univers*), de pe site-ul www.richarddawkins.net. (*N. a.*)

în schimb masculilor acestei specii un ajutor vital, fără de care ei n-ar fi în stare să-şi atragă femelele autentice.

Aceste albinuțe, trăind numai în America de Sud, au un obicei straniu. Depun eforturi susținute pentru a colecta substanțe parfumate, sau care miros în orice fel, şi le depozitează în containere speciale, ataşate de picioarele dinapoi, care sunt mai mari. În funcție de specie, substanțele mirositoare pot proveni de la flori, de la lemne putrezite sau chiar de la materii fecale. Pare-se că masculii se folosesc de mirosurile cumulate ale tuturor acestor substanțe pentru a-şi atrage sau curta femelele. Multe insecte se folosesc de anumite mirosuri pentru a fi pe placul sexului opus, iar majoritatea fabrică aceste mirosuri în glande special destinate. Femelele fluturelui-de-mătase, de exemplu, atrag masculii de la distanțe surprinzător de mari, emanând un miros unic produs de ele, iar masculii îl detectează – în cantități minuscule, chiar şi de la depărtări de kilometri întregi – cu ajutorul antenelor. În cazul albinelor din genul *Euglossinae*, masculii sunt cei care pun la bătaie un miros. Şi, spre deosebire de fluturii-de-mătase femele, nu-şi sintetizează propriul parfum, ci se bazează pe ingredientele mirositoare adunate, nu ca substanțe pure, ci ca mixturi atent calculate, pe care le pun laolaltă precum nişte veritabili creatori de parfumuri. Fiecare specie mixează un cocteil special de substanțe, adunate dintr-o varietate de surse (vezi Eltz *et al.*, 2005). Şi există specii de albine din genul *Euglossinae*, care, pentru a-şi fabrica mirosul caracteristic, au nevoie din plin de substanțe pe care numai florile unei specii anume de orhidee din genul *Coryanthes* (orhideele-găleată) li-l pot furniza. Denumirea comună a tuturor albinelor din genul *Euglossinae* este aceea de „albine de orhidee".

Ce imagine complexă a interdependenței! Orhideele au nevoie de albinele din genul *Euglossinae*, din motivele cunoscute care țin de „glonțul magic". Iar albinele au nevoie de orhidee, pentru motivul ceva mai straniu că nu pot atrage femelele fără un aport de substanță care este fie imposibil, fie foarte greu de

găsit în absența bunelor oficii ale orhideelor-găleată. Dar modul în care se produce polenizarea e şi mai ciudat şi, cel puțin la prima vedere, o face pe biata albină să pară o victimă, nu un partener cooperant.

O albină-mascul din genul *Euglossinae* este atrasă de orhidee cu ajutorul mirosului substanțelor care-i sunt necesare pentru a-şi produce parfumul cu menire sexuală. Se aşază pe muchia „găleții“ şi începe să râcâie parfumul cu consistență de ceară, depunându-l în buzunarele special pregătite pentru el, aflate pe picioare. Dar muchia găleții e alunecoasă, şi nu fără motiv. Masculul alunecă în găleata plină cu lichid, şi e nevoit să înoate. Nu se poate cățăra pe pereții alunecoşi ai găleții. Are o singură cale de scăpare: o gaură specială, de dimensiunea unei albine din acea specie, practicată în peretele găleții (nu se vede în imaginea de pe planşa color 4). Există câteva „trepte“ care duc la deschizătură, iar albina-mascul se târăşte pe trepte în sus. Este însă o ieşire strâmtă, care se strâmtează şi mai mult când „fălcile“ (acestea se văd în imagine; seamănă cu o mandrină de strângere de la un strung sau de la o bormaşină) se contractă şi o prind ca într-o capcană. Câtă vreme se află în strânsoarea lor, de spinare îi sunt ataşate două grăunțe de polen. Fixarea lor durează puțin, după care fălcile se desfac şi-i dau drumul albinei, care scapă cu zborul, dar şi cu grăunțele de polen în spate. Aflată încă în căutarea prețioaselor ingrediente pentru parfumeria sa, albina-mascul se aşază pe o altă orhidee-găleată, iar procesul se reia. De astă-dată însă, în timp ce insecta se zbate să treacă prin gaura din peretele găleții, cele două grăunțe de polen se desprind şi fertilizează orhideea numărul doi.

Relația intimă dintre flori şi polenizatorii lor constituie un minunat exemplu de ceea ce se numeşte coevoluție – adică evoluție împreună. Coevoluția se manifestă adesea între organisme care au de beneficiat unul de pe urma celuilalt, sub forma unor parteneriate în care şi unul, şi altul contribuie cu câte ceva, iar ambii ies în câştig din combinație. Un alt exemplu minunat e

suita de raporturi stabilite în zonele recifelor de corali, în mod independent în multe părți ale lumii, între peștii curățitori și peștii de talie mai mare. Curățitorii aparțin mai multor specii, iar unii nu sunt pești, ci creveți – un frumos caz de evoluție convergentă. Curățitul este un mod de viață bine stabilit între peștii care trăiesc în zonele recifelor de corali, la fel cum sunt păscutul, vânatul sau mâncatul de insecte printre mamifere. Curățitorii își câștigă viața culegând paraziții de pe corpurile mult mai mari ale „clienților". Faptul că aceștia din urmă au de câștigat de pe urma lor a fost limpede dovedit: au fost îndepărtați toți curățitorii dintr-o zonă experimentală de recif, iar starea de sănătate a multe specii de pești a intrat în declin. Am discutat în altă parte (Dawkins, 2006, pp. 186–187) despre acest obicei al curățitului altor specii, așa că nu voi mai adăuga nimic aici.

Coevoluția se manifestă și între specii care nu beneficiază una de prezența alteia, cum ar fi prădătorii și prada lor, sau paraziții și gazdele lor. Aceste tipuri de coevoluție se mai numesc uneori și „curse ale înarmărilor", și voi discuta despre ele în capitolul 12.

NATURA CA AGENT DE SELECȚIE

Dați-mi voie să trag o concluzie a ultimelor capitole. Selecția – sub forma celei artificiale, făcută de crescătorii umani – poate transforma în câteva secole un câine-paria într-un pechinez sau o varză sălbatică într-o conopidă. Diferențele dintre oricare două rase de câini ne ajută să ne facem o idee despre cantitatea schimbărilor evolutive care pot fi realizate în mai puțin de un mileniu. Următoarea întrebare pe care ar trebui să ne-o punem este: câte milenii avem la dispoziție pentru a socoti întreaga istorie a vieții? Dacă ne imaginăm simpla cantitate de diferențe care separă un câine-paria de un pechinez, obținute în doar câteva secole de evoluție, cu cât e mai lung timpul care ne desparte

de începuturile evoluției ori, să zicem, de începuturile mamiferelor? Sau de vremea în care peștii s-au mutat pe uscat? Răspunsul este că viața n-a început cu doar câteva secole, ci cu zeci de milioane de secole în urmă. Vârsta măsurată a planetei noastre este de aproximativ 4,6 miliarde de ani, adică 46 de milioane de secole. Timpul scurs de când strămoşul comun al tuturor mamiferelor de astăzi a făcut pentru prima oară umbră Pământului este de aproximativ două milioane de secole. Un singur secol ni se pare nouă, oamenilor, foarte lung. Vă puteți închipui două milioane de secole puse cap la cap? Timpul scurs de când strămoşii noştri peşti s-au târât afară din apă şi au început să trăiască pe uscat este de vreo trei milioane şi jumătate de secole, de vreo douăzeci de mii de ori mai mult decât a durat pentru a obține diversele rasele – foarte diferite – de câini, de la strămoşul comun al tuturor câinilor de astăzi.

Să considerăm cantitatea de diferențe dintre un pechinez şi un câine-paria. Nu vorbim aici despre măsurători precise, ne putem gândi şi la diferențele dintre două rase de câini oarecare, pentru că e vorba în medie de aproximativ dublul schimbărilor obținute forțat, prin selecție artificială, față de strămoşul comun. Rețineți acest ordin de mărime al schimbărilor evolutive, apoi extrapolați de douăzeci de mii de ori mai mult în trecut. Parcă e ceva mai uşor de acceptat că evoluției i se datorează cantitatea de schimbări necesare pentru a transforma un peşte într-un om, nu-i aşa?

Dar toate acestea presupun să cunoaştem vârsta Pământului şi diversele puncte de reper din registrul fosil. Această carte se ocupă de dovezi, nu pot deci prezenta pur şi simplu nişte date, ci va trebui să le justific. Chiar aşa: de unde ştim vârsta unei anumite roci? De unde ştim vârsta unei fosile? De unde ştim vârsta Pământului? Ba chiar, de unde ştim vârsta universului? Avem nevoie de ceasuri, iar acestea fac obiectul capitolului următor.

4

Redu la tăcere și frânează timpul

Dacă negaţioniştii istoriei care se îndoiesc de realitatea evoluției sunt ignoranți în materie de biologie, cei care cred că lumea în care trăim a început în urmă cu mai puțin de zece mii de ani sunt mai rău decât ignoranți – sunt prostiți la perversitate. Ei neagă nu numai realitățile biologiei, dar şi pe cele ale fizicii, geologiei, cosmologiei, arheologiei, istoriei şi chimiei. În capitolul de față voi arăta cum putem afla vârsta rocilor şi a fosilelor încastrate în ele, şi voi prezenta dovezile care ne arată că scara timpului pe care se desfăşoară viața de pe planeta noastră măsoară nu mii de ani, ci mii de milioane de ani.

Să nu uităm: oamenii de ştiință evoluționişti se află în postura detectivilor care ajung mai târziu la scena unei crime. Pentru a stabili momentul exact în care s-au petrecut lucrurile, depindem de urmele lăsate de procesele crono-dependente – adică de ceasuri, în sensul mai larg al termenului. Unul dintre primele lucruri pe care le face un detectiv când cercetează o crimă este să-i ceară unui medic anatomopatolog o estimare privind ora la care a survenit decesul. Multe lucruri decurg din această informație, iar în literatura detectivistă această estimare capătă importanță mistică. „Ora morții“ e un fapt esențial – un pivot în jurul căruia gravitează speculațiile mai mult sau mai puțin dibace ale detectivului. Dar aceeaşi estimare poate fi eronată, iar dimensiunea erorii poate fi imensă. Medicul anatomopatolog estimează ora morții în funcție de o serie de procese crono-dependente: trupul se răceşte într-un ritm caracteristic, starea de

rigor mortis se instalează la un anumit moment etc. Acestea sunt însă „ceasuri“ grosolane aflate la dispoziția detectivului. Ceasurile aflate la dispoziția omului de știință evoluționist sunt mult mai precise – în raport cu scara temporală pe care o presupune evoluția, dar nu mai precise în raport cu ora următoare! Analogia cu un ceas de precizie se dovedește mai convingătoare în cazul unei roci din jurasic ținută în mână de un geolog decât în cazul unui cadavru care se răcește pe o masă de disecție.

Ceasurile făcute de om funcționează la scări temporale foarte scurte după standardele evoluționiste – ore, minute, secunde –, iar procesele crono-dependente pe care se bazează sunt relativ rapide: balansul unui pendul, rotirea unui arc spiral, oscilația unui cristal, arderea unei lumânări, golirea de apă sau nisip a unui mecanism, rotația Pământului înregistrată de un cadran solar. Toate ceasurile funcționează după câte un proces natural care se produce într-un ritm constant și cunoscut. Pendulul se leagănă într-un ritm constant, care depinde de lungimea lui, dar (în primă aproximație) nu și de amplitudinea mișcării sau de masa greutății de la capăt. Pendula bunicului funcționează combinând un pendul cu un regulator care face să se rotească pas cu pas o roată dințată; mișcarea e mai departe angrenată cu viteza de rotație a unui ac orar, a unui ac minutar și a unui ac secundar. Ceasurile cu arcuri spirale funcționează într-un mod similar. Ceasurile digitale se folosesc de un echivalent electronic al pendulului: oscilația cristalelor de un anume tip atunci când li se furnizează energie de la o baterie. Ceasurile cu apă și ceasurile-lumânare sunt mult mai puțin precise, dar erau și ele utile pe vremea când încă nu fuseseră inventate ceasurile cu sistem de numărare. Cele dintâi depind nu de numărarea unor lucruri, precum un ceas cu pendul sau unul digital, ci de măsurarea unei cantități oarecare. Cadranele solare sunt instrumente imprecise de socotire a timpului.[1] Însă rotația

1. „Sunt un cadran solar și fac pas cu pas / Ceva la care-i mult mai bun un ceas“ (deviză a unui cadran solar, formulată de poetul Hilaire Belloc). (*N. a.*)

Pământului, adică procesul crono-dependent pe care se bazează funcționarea lor, este precisă la scara temporală a unui ceas mult mai lent, căruia-i spunem calendar – la acea scară a timpului nu mai e un ceas măsurător (cadranul solar măsoară unghiul sub care cade lumina Soarelui pe Pământ), ci unul numărător (măsoară ciclurile zi/noapte).

Atât ceasurile numărătoare, cât şi cele măsurătoare ne stau la dispoziție pentru scara temporală extrem de lentă a evoluției. Dar, pentru a investiga evoluția, nu ne trebuie numai un ceas care să ne spună cât este ora *în prezent*, aşa cum face un cadran solar sau un ceas de mână. Ne trebuie şi un cronometru, care poate fi resetat. Ceasul evolutiv de care ne folosim trebuie *adus la zero* într-un punct anume, aşa încât să putem socoti cât timp s-a scurs de la punctul de pornire, pentru a stabili, de pildă, vârsta absolută a unui obiect oarecare, cum ar fi o piatră. Ceasurile care funcționează pe baza radioactivității, pentru datarea rocilor vulcanice, sunt convenabil aduse la zero în momentul în care s-a format roca prin solidificarea lavei topite.

Din fericire, avem la dispoziție o mulțime de ceasuri naturale, resetabile la zero. E bine că sunt atât de multe, fiindcă le putem folosi pe unele pentru a verifica precizia celorlalte. Şi mai bine este că ele acoperă cu acurateţe o gamă de scări temporale surprinzător de vastă, lucru necesar în condițiile în care acestea se întind pe şapte sau opt ordine de mărime. Ce înseamnă asta, mai exact? Un ordin de mărime desemnează ceva precis. O schimbare de un ordin de mărime înseamnă o înmulțire (sau împărțire) cu zece. De vreme ce numărăm folosind sistemul zecimal[1], ordinul de mărime al unui număr e totuna cu numărul de zerouri

1. Ceea ce se bazează, mai mult ca sigur, pe întâmplarea evolutivă că avem zece degete la mâini. Fred Hoyle a lansat o speculație ingenioasă: dacă ne-am naşte cu opt degete, iar astfel am fi obişnuiți cu sistemul de numărare în baza opt în loc de zece, aritmetica binară, deci şi calculatorul electronic, ar fi putut fi inventată cu un secol mai devreme (8 fiind o putere a lui 2). (*N. a.*)

aflate înaintea virgulei. Un domeniu de opt ordine de mărime înseamnă deci de la unu la sute de milioane. Acul secundar al unui ceas se roteşte de 60 de ori mai repede decât acul minutar şi de 720 de ori mai repede decât acul orar – prin urmare, cele trei ace ale unui ceas acoperă mai puțin de trei ordine de mărime. E puțin în comparație cu cele opt ordine de mărime pe care le acoperă gama noastră de ceasuri geologice. Ceasurile care funcționează pe baza dezintegrării radioactive pot fi folosite şi la scări de timp scurte, mergând până la fracțiuni de secundă, dar, pentru scopuri evolutive, ceasurile care să măsoare secole, eventual decenii, sunt cele mai rapide de care avem nevoie. Acest capăt rapid al gamei ceasurilor naturale – inelele copacilor şi datarea cu carbon radioactiv – e util în scopuri arheologice şi la datarea unor specimene la scara timpului care acoperă domesticirea câinelui sau a verzei. La celălalt capăt avem nevoie de ceasuri naturale care pot măsura anii cu sutele de milioane, dacă nu chiar cu miliardele. Şi, spre marele nostru noroc, natura ne-a oferit o varietate largă de asemenea ceasuri. Mai mult, domeniile lor de sensibilitate se suprapun de multe ori, aşa încât putem face o verificare reciprocă.

INELELE COPACILOR

Un ceas bazat pe inelele copacilor ne poate ajuta să datăm o bucată de lemn – grinda unei case construite pe vremea dinastiei Tudor, de pildă – cu o precizie uimitoare, mergând până aproape de anul exact. Iată cum funcționează sistemul. În primul rând, aşa cum ştie toată lumea, unui copac proaspăt doborât la pământ i se poate afla vârsta numărând inelele vizibile în secțiunea transversală a trunchiului, după principiul că inelul cel mai apropiat de scoarță este cel din anul tăierii. Inelele reprezintă creşteri diferite în diferitele anotimpuri ale anului – iarnă sau vară, sezon uscat sau ploios – şi sunt pronunțate mai ales la

latitudinile mai înalte, unde există deosebiri mari între anotimpuri. Din fericire, nu-i nevoie să dobori efectiv un arbore, pentru a-i stabili vârsta. Inelele sale pot fi numărate şi fără a distruge organismul întreg, forând în mijlocul trunchiului şi extrăgând un eşantion. Dar dacă te rezumi la numărarea inelelor, nu vei putea şti în ce secol era încă viu lemnul din care e făcută bârna casei sau catargul unei corăbii a vikingilor. Cine vrea să stabilească exact vârsta unei bucăţi vechi de lemn, de mult moarte, va trebui să se dovedească mai subtil. Simpla numărare a inelelor nu e suficientă, trebuie ţinut cont şi de tiparele grosimii lor.

Aşa cum existenţa inelelor dezvăluie ciclurile de creştere, grosimea lor arată că unii ani sunt mai propice decât alţii, pentru că vremea variază de la un an la altul: există ani secetoşi, care întârzie creşterea, şi ani cu ploi abundente, care o grăbesc; există ani friguroşi sau ani fierbinţi, ba chiar ani cu fenomene catastrofale de tip El Niño* sau Krakatoa**. Anii buni – din punctul de vedere al copacului – produc inele mai late decât anii răi. Iar tiparul inelelor groase şi înguste, produse în orice regiune a Pământului de o anume succesiune de ani buni şi răi, este ca un fel amprentă digitală, ea ne dezvăluie cu precizie anii în care s-au format acele inele şi e recognoscibilă de la un copac la altul.

Dendrocronologii măsoară inelele unor copaci mai recenţi, la care data exactă a fiecărui inel e cunoscută, numărând înapoi

---

* Textual: „Pruncul“ (*sp.*), denumire dată (pentru că apare în preajma Crăciunului) unui fenomen de încălzire bruscă a apelor de suprafaţă ale Oceanului Pacific de la nivelul Americii de Sud, însoţită de obicei de o răcire la fel de bruscă (fenomen supranumit *La Niña* – „Prunca“), ceea ce creează aşa-numita „oscilaţie sudică“ şi generează modificări climatice la scara unei mari părţi a planetei, uneori cu efecte devastatoare. (*N. t.*)

** Erupţia din 1883 a vulcanului Krakatoa (sau Krakatau, de pe insula situată în strâmtoarea Sunda, care desparte insulele Java şi Sumatra din Indonezia) e considerată cea mai violentă din întreaga istorie cunoscută a omenirii: unda de şoc a făcut înconjurul planetei de mai multe ori, iar clima Terrei a fost afectată timp de mai mulţi ani. (*N. t.*)

de la punctul de pornire, din anul în care se ştie că a fost doborât fiecare copac. Din aceste măsurători, ei alcătuiesc o colecție de referință a tiparelor inelelor, cu care pot fi comparate tiparele inelelor dintr-o mostră arheologică de lemn care trebuie datată. Prin urmare, se poate obține următorul tip de raport: „Această grindă a unei case construite pe vremea dinastiei Tudor conține o amprentă a succesiunii de inele care se potriveşte cu succesiunea din colecția de referință corespunzând perioadei 1541–1547. În concluzie, casa trebuie să fi fost construită după anul 1547 d.C.“

Toate bune şi frumoase, dar puțini copaci din ziua de azi existau pe vremea dinastiei Tudor, ca să nu mai vorbim de epoca pietrei sau de epoci mai vechi. Există arbori – pinul cu con țepos, unele specii de sequoia – care trăiesc mii de ani, dar majoritatea celor folosiți pentru cherestea sunt doborâți înainte să ajungă la vârsta de un secol. Şi-atunci, cum se alcătuieşte colecția de referință a inelelor pentru timpuri mai vechi? Pentru epoci atât de îndepărtate, încât nici pinul cu con țepos* cel mai bătrân aflat încă în viață nu le-a apucat. Presupun că bănuiți deja răspunsul. Prin suprapuneri. O frânghie zdravănă poate ajunge la o lungime de o sută de metri, dar nici una dintre fibrele care o compun nu depăşeşte o mică parte din această lungime. Pentru a utiliza principiul suprapunerii în dendrocronologie, se iau tiparele amprentei de referință ale căror date sunt cunoscute de la copacii actuali. Se identifică apoi o amprentă de la vechile inele ale copacilor actuali şi se caută aceeaşi amprentă la inelele mai noi ale copacilor morți de multă vreme. Se iau apoi amprentele inelelor mai vechi ale aceloraşi copaci morți cu mult timp în urmă şi se caută acelaşi tipar la inelele mai noi ale unor copaci încă şi

* Este vorba, de fapt, de trei specii de pin care cresc în America de Nord la mari altitudini – *Pinus aristata*, *longaeva* şi *balfouriana* –, despre care se crede că ajung la vârste de 5 000 de ani, iar lemnul lor este atât de dur, încât se erodează ca piatra sub acțiunea vântului, a ploii şi a înghețului. (*N. t.*)

mai vechi. Şi aşa mai departe. Teoretic, poți merge din aproape în aproape înapoi în timp, parcurgând şi milioane de ani, folosindu-te de pădurile pietrificate; în practică însă, dendrocronologia e folosită în scopuri arheologice doar la scări de timp de câteva mii de ani. Uimitor la dendrocronologie este faptul că – teoretic, cel puțin – se pot obține rezultate cu o precizie de un an chiar şi la o pădure pietrificată veche de o sută de milioane de ani. Poți spune că *acest* inel al unui arbore fosil din jurasic s-a format cu exact 257 de ani mai târziu decât *acel* inel al unui alt arbore fosil din jurasic! Cu condiția să existe suficiente păduri pietrificate pentru a prelungi lanțul tot mai departe în timp, s-ar putea spune că *acest* arbore nu numai că trăia în jurasicul târziu, ci că se afla în viață exact în anul 151432657 î.Cr.! Din păcate, nu avem un lanț neîntrerupt, iar dendrocro-

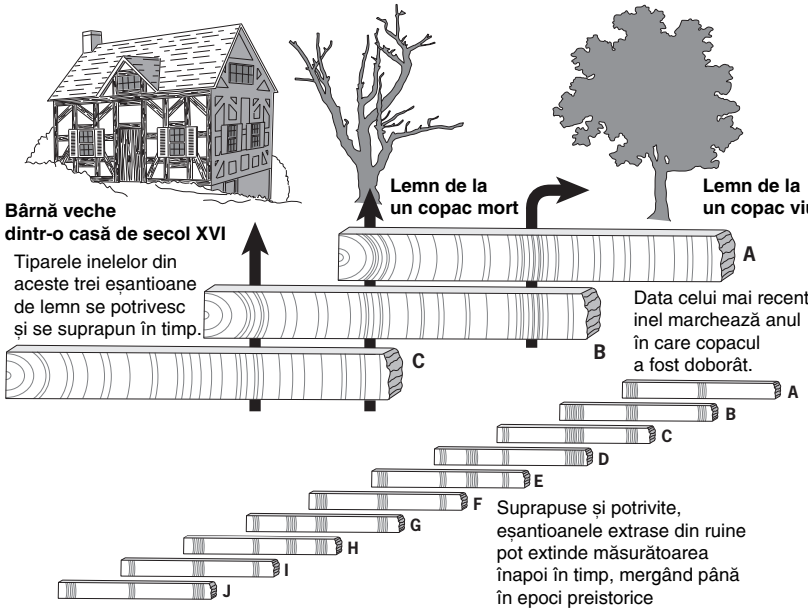


Fig. 10 – Cum funcționează dendrocronologia

nologia ne duce înapoi în timp doar cu vreo 11 500 de ani. E totuşi fascinant gândul că, dacă am găsi suficiente păduri pietrificate, am putea efectua datări cu o precizie de un an pe o durată de sute de milioane de ani.

Dar inelele copacilor nu sunt unicul sistem care permite o marjă de eroare de un an. Varvele sunt straturi de sedimente depuse în lacurile glaciare. La fel ca inelele copacilor, ele diferă în funcție de anotimp şi de an, drept care, teoretic vorbind, se poate aplica acelaşi principiu, cu aceeaşi marjă de eroare. Şi recifele de corali prezintă inele anuale de creştere – ele au fost utilizate pentru a data cutremurele străvechi. Apropo de asta, inelele copacilor ne spun şi ele când s-au petrecut cutremurele. Majoritatea sistemelor de datare pe care le avem la dispoziție, inclusiv toate ceasurile bazate pe radioactivitate, pentru scări temporale de zeci şi sute de milioane, dacă nu chiar miliarde de ani, sunt de o mare precizie, marja lor de eroare fiind aproximativ proporțională cu scara de timp considerată.

CEASURILE RADIOACTIVE

Să ne oprim acum la ceasurile care folosesc radioactivitatea. Sunt foarte multe, avem de unde alege. Marele noroc este, cum spuneam, că acoperă un spectru larg de epoci, de la secole până la mii de milioane de ani. Fiecare asemenea ceas are marja lui de eroare – de regulă, aproximativ unu la sută. Prin urmare, dacă vrem să datăm o rocă veche de câteva miliarde de ani, trebuie să ne mulțumim cu o eroare de plus/minus câteva zeci de milioane de ani; dacă vrem să datăm o rocă veche de câteva sute de milioane de ani, trebuie să ne mulțumim cu o eroare de ordinul câtorva milioane de ani; iar dacă vrem să datăm o rocă veche de doar câteva zeci de milioane de ani, trebuie să ne mulțumim cu o eroare de plus/minus câteva sute de mii de ani.

Pentru a înțelege cum funcționează ceasurile radioactive, trebuie să vedem întâi ce este un izotop radioactiv. Întreaga materie e alcătuită din elemente, care se combină de regulă cu alte elemente. Există aproximativ o sută de elemente – ceva mai multe, dacă numărăm şi elementele detectate până acum doar în laboratoare, şi ceva mai puține, dacă numărăm doar elementele care se găsesc în natură. Exemple de elemente: carbon, fier, azot, aluminiu, magneziu, fluor, argon, clor, sodiu, uraniu, plumb, oxigen, potasiu, staniu. Teoria atomică, pe care cred că toată lumea o acceptă, chiar şi creaționiștii, spune că orice element are atomul său caracteristic, iar acesta e cea mai mică particulă în care poate fi divizat un element, fără să înceteze de a mai fi acel element. Cum arată un atom – să zicem un atom de plumb, de cupru sau de carbon? În tot cazul, nu seamănă deloc a plumb, cupru sau carbon. Nu *seamănă* cu nimic, fiindcă e atât de mic, încât nu formează nici o imagine pe retina privitorului, nici măcar sub lentila celui mai puternic microscop. Putem folosi analogii sau modele care ne ajută să vizualizăm atomul. Cel mai celebru model a fost propus de marele fizician danez Niels Bohr. Modelul Bohr, oarecum desuet în zilele noastre, e un sistem solar în miniatură. Rolul Soarelui este jucat de nucleu, în jurul căruia orbitează electronii ca nişte minuscule planete. La fel ca în cazul sistemului solar, aproape toată masa atomului e conținută în nucleu („Soarele“) şi aproape tot volumul atomului se constituie din spațiul gol care desparte electronii („planetele“) de nucleu. Fiecare electron e minuscul în comparație cu nucleul, iar spațiul dintre electroni şi nucleu este gigantic în comparație cu dimensiunile fiecăreia dintre particule. O analogie mai potrivită ar fi aceea cu o muscă zburând în mijlocul unui stadion. Cel mai apropiat nucleu învecinat ar fi o altă muscă zburând în mijlocul stadionului de alături. Electronii fiecărui atom orbitează în jurul muştelor cu pricina şi sunt mai mici decât cea mai mică musculiță, atât de mici, încât nu pot fi văzuți pe aceeaşi scară de dimensiuni ca acele muşte. Dacă privim o bucată compactă de metal sau de

piatră, „în realitate“ vedem ceva ce e aproape în întregime spațiu gol. Ea pare solidă şi opacă, dar numai pentru că sistemele senzoriale şi creierele noastre găsesc convenabil s-o trateze ca pe ceva solid şi opac. Este convenabil pentru creier să-şi reprezinte o piatră ca pe ceva solid, pentru că nu putem trece prin ea. „Solid“ este felul nostru de a percepe obiectele prin care nu putem trece şi nu putem cădea, din cauza forțelor electromagnetice care țin atomii laolaltă. „Opac“ este percepția pe care o avem atunci când lumina ricoşează din suprafața lui, fără a pătrunde prin el.

Trei tipuri de particule intră în alcătuirea atomului, cel puțin în modelul lui Bohr. Cu electronii am făcut deja cunoştință. Celelalte două, mult mai mari decât electronii, dar tot minuscule în comparație cu orice ne putem imagina sau percepe, se numesc protoni şi neutroni şi se află în interiorul nucleului. Au aproape aceleaşi dimensiuni. Pentru orice element, numărul protonilor, aşa-numitul *număr atomic*, e fixat şi e egal cu numărul electronilor. El caracterizează în mod unic un element, iar în lista numerelor atomice – celebrul tabel periodic al elementelor[1] – nu există goluri. Fiecare număr din şir corespunde unui element, şi numai unuia. Elementul cu numărul atomic 1 este hidrogenul; 2 – heliu; 3 – litiu; 4 – beriliu; 5 – bor; 6 – carbon; 7 – azot; 8 – oxigen şi aşa mai departe, până la numere atomice mari, cum este 92, care desemnează uraniul.

Protonii şi electronii au sarcini electrice de semne opuse: pe unele le numim pozitive, iar pe celelalte negative printr-o convenție arbitrară. Aceste sarcini devin importante atunci când

1. Vai, legenda urbană potrivit căreia tabelul i-ar fi apărut lui Dmitri Ivanovici Mendeleev (1834–1907) în vis ar putea fi doar o legendă. Vezi G.W. Baylor, „What do we really know about Mendeleev's dream of the periodic table? A note on dreams of scientific problem-solving“ („Ce ştim cu adevărat despre visul lui Mendeleev cu tabelul periodic? Notă despre vise în care se rezolvă chestiuni ştiințifice“), în *Dreaming*, 11, 2 (2001), pp. 89–92. (*N. a.*)

elementele formează între ele compuşi chimici prin intermediul electronilor. Neutronii unui atom sunt legaţi de protoni în nucleul atomic. Spre deosebire de protoni, ei nu au sarcină electrică şi nu joacă nici un rol în reacţiile chimice. Protonii, neutronii şi electronii oricărui element sunt identici cu cei ai oricărui alt element. Nu există protoni cu aromă de aur, electroni cu aromă de cupru sau neutroni cu aromă de potasiu. Un proton este la fel cu orice alt proton, iar ceea ce face ca un atom de cupru să fie de cupru, iar nu de altceva, este faptul că are exact 29 de protoni (şi exact 29 de electroni). Ceea ce este pentru noi natura cuprului ţine de chimie. Chimia e un dans al electronilor. E vorba aici de interacţiile atomilor prin intermediul electronilor. Legăturile chimice se rup şi se refac uşor, pentru că numai electronii se detaşează sau sunt schimbaţi în reacţiile chimice. Forţele de atracţie din interiorul nucleelor atomice sunt mult mai greu de învins. Iată de ce „scindarea atomului“ sună atât de ameninţător – dar ea are loc în reacţii „nucleare“, nu chimice, şi pe ea se bazează funcţionarea ceasurilor radioactive.

Electronii au o masă neglijabilă, aşa încât masa totală a unui atom, „numărul de masă“, e dată de numărul de protoni plus numărul de neutroni. În general, e puţin mai mare decât dublul „numărului atomic“, fiindcă de regulă nucleul conţine ceva mai mulţi neutroni decât protoni. Spre deosebire de numărul de protoni, numărul de neutroni dintr-un atom nu caracterizează un element anume. Pot exista mai multe versiuni ale atomilor unui element, numite *izotopi*, care au numere diferite de neutroni, dar întotdeauna acelaşi număr de protoni. Unele elemente, cum ar fi fluorul, au un singur izotop cunoscut în natură. Numărul atomic al fluorului este 9, iar numărul său de masă este 19, de unde se poate deduce că are 9 protoni şi 10 neutroni. Alte elemente au o mulţime de izotopi. Plumbul are cinci izotopi care apar în mod curent. Toţi au acelaşi număr de protoni (şi de electroni), şi anume 82, care este şi numărul atomic al plumbului, dar numerele de masă variază între 202 şi 208. Carbonul

are trei izotopi care apar în mod curent. Carbon-12 este cel mai răspândit, cu acelaşi număr de neutroni şi de protoni: 6. Mai există carbon-13, care e mult prea rar şi nu merită să ne batem capul cu el, şi carbon-14, care, deşi e rar, e folosit pentru datarea unor eşantioane organice relativ tinere, după cum vom vedea.

Să trecem acum la următorul punct important. Unii izotopi sunt stabili, alţii sunt instabili. Plumb-202 e un izotop instabil; plumb-204, plumb-206, plumb-207 şi plumb-208 sunt izotopi stabili. „Instabil“ înseamnă că atomii se dezintegrează spontan în altceva, într-un ritm predictibil, dar nu şi la momente predictibile. Predictibilitatea ritmului de dezintegrare este esențială pentru toate ceasurile radiometrice. Un sinonim pentru *instabil* este *radioactiv*. Există mai multe tipuri de dezintegrare radioactivă pe baza cărora funcționează ceasurile. Pentru ceea ce ne interesează aici, nu e importantă înțelegerea lor, dar aş vrea să le explic, pentru a ilustra nivelul de precizie la care au ajuns fizicienii în calculele lor. Aceste detalii aruncă în derizoriu încercările disperate ale creaționiştilor de a da la o parte dovezile datării radioactive şi de a menține Pământul tânăr precum Peter Pan.

Toate aceste tipuri de instabilitate implică neutroni. Într-un tip, un neutron se transformă în proton. Asta înseamnă că numărul de masă rămâne acelaşi (de vreme ce protonii şi neutronii au aceeaşi masă), dar numărul atomic creşte cu unu, iar atomul devine al unui alt element, cu o treaptă mai sus în tabelul periodic. De exemplu, sodiu-24 se transformă în magneziu-24. Într-un alt tip de dezintegrare radioactivă, se întâmplă exact invers: un proton se transformă în neutron. Şi în acest caz numărul de masă rămâne acelaşi, dar atomul devine al elementului aflat cu o treaptă mai jos în tabelul periodic. Există reacții nucleare care conduc la acelaşi rezultat. De exemplu, un neutron de energie înaltă loveşte un nucleu şi dislocă un proton, luându-i locul. Nici aici nu se schimbă numărul de masă; şi aici numărul atomic scade cu o unitate, iar atomul devine al elementului aflat cu o treaptă mai jos în tabelul periodic. Există şi un tip de

dezintegrare mai complicat, în care un atom emite o particulă alfa constând din doi protoni şi doi neutroni legaţi împreună. Asta înseamnă că numărul de masă scade cu patru, iar numărul atomic scade cu doi. Atomul devine al elementului aflat cu două trepte mai jos în tabelul periodic. Un exemplu de dezintegrare alfa e transformarea izotopului foarte radioactiv uraniu-238 (cu 92 de protoni şi 146 de neutroni) în toriu-234 (cu 90 de protoni şi 144 de neutroni).

Ne apropiem de miezul problemei. Orice izotop instabil sau radioactiv are ritmul lui propriu de dezintegrare, care e cunoscut cu precizie, iar unele ritmuri sunt mult mai lente decât altele. În toate cazurile, dezintegrarea se produce exponenţial. Exponenţial înseamnă că, dacă porneşti cu 100 de grame de izotop radioactiv, într-un interval dat nu se transformă într-un alt element o cantitate fixă, de pildă 10 grame, ci o *proporţie* fixă din acel element. O măsură uzuală a ritmului de dezintegrare este „timpul de înjumătăţire“. Timpul de înjumătăţire al unui izotop radioactiv este intervalul în care o jumătate din atomi se dezintegrează. Indiferent câţi atomi s-au dezintegrat deja, timpul de înjumătăţire e acelaşi – asta înseamnă dezintegrare exponenţială. Cu asemenea înjumătăţiri succesive, mereu mai rămâne ceva, dar după trecerea unui timp suficient de lung – zece timpi de înjumătăţire, să zicem –, numărul atomilor rămaşi e atât de mic, încât putem spune că au dispărut. Timpul de înjumătăţire al izotopului carbon-14 e între cinci şi şase mii de ani. Pentru eşantioane mai vechi de 50–60 000 de ani, datarea cu carbon radioactiv nu este utilă şi avem nevoie de un ceas mai lent.

Timpul de înjumătăţire al rubidiului-87 e de 49 de miliarde de ani; al fermiului-244, de 3,3 milisecunde. Asemenea extreme ilustrează spectrul fantastic al ceasurilor disponibile. Dacă timpul de înjumătăţire de 2,4 secunde al carbonului-15 e prea scurt pentru a răspunde la întrebări legate de evoluţie, cel al carbonului-14, de 5 730 de ani, este tocmai bun pentru datări la scara de timp arheologică – şi vom ajunge imediat la el. Un

izotop folosit la scara de timp a evoluției e potasiu-40, cu timpul său de înjumătățire de 1,26 miliarde de ani, şi îl voi folosi ca exemplu pentru a explica ideea de ceas radioactiv. Este numit adesea ceasul potasiu-argon, pentru că argonul-40 (cu o treaptă mai jos în tabelul periodic) e unul dintre elementele în care se transformă potasiul-40 prin dezintegrare (celălalt, rezultând dintr-un alt tip de dezintegrare radioactivă, e calciu-40, cu o treaptă mai sus în tabelul periodic). Dacă pornim cu o anumită cantitate de potasiu-40, după 1,26 miliarde de ani jumătate din acest potasiu se va fi transformat în argon-40. Asta înseamnă timp de înjumătățire. După alți 1,26 miliarde de ani, jumătate din ce a rămas (un sfert din cantitatea inițială) se va fi dezintegrat şi aşa mai departe. După un timp mai scurt de 1,26 miliarde de ani, o cantitate proporțional mai mică din cea inițială de potasiu se va fi dezintegrat. Să ne imaginăm deci că pornim cu o anumită cantitate de potasiu-40, depusă într-un spațiu izolat, unde nu există argon-40. După câteva sute de milioane de ani, un om de ştiință dă peste acelaşi spațiu izolat şi măsoară raportul dintre potasiu-40 şi argon-40. Din acest raport – indiferent de cantitățile absolute –, cunoscând timpul de înjumătățire al potasiului-40 şi presupunând că nu exista argon-40 la început, se poate aproxima timpul scurs de la începutul procesului – de când ceasul a fost „adus la zero“. Observați că trebuie cunoscut raportul dintre izotopul-tată (potasiu-40) şi izotopul-fiu (argon-40). Aşa cum am văzut mai devreme, trebuie să lucrăm cu un ceas care poate fi adus la zero. Dar ce înseamnă să „aduci la zero“ un ceas radioactiv? Procesul de cristalizare e cel care intervine aici.

La fel ca toate ceasurile radioactive folosite de geologi, datarea cu potasiu-argon e valabilă numai pentru rocile vulcanice. Acestea rezultă în urma solidificării pietrei topite – al magmei subterane, în cazul granitului, şi al lavei din vulcani, în cazul bazaltului. Când roca topită se solidifică devenind granit sau bazalt, ia forma unor cristale. De regulă, acestea nu sunt mari

şi transparente, cum sunt cele de cuarţ, ci sunt atât de mici, încât nu pot fi văzute cu ochiul liber. Cristalele sunt de diverse tipuri, iar unele dintre ele, precum cele de mică, au în componenţa lor şi atomi de potasiu, inclusiv atomi ai izotopului radioactiv potasiu-40. Când se formează un cristal, în momentul în care se solidifică roca topită, există potasiu-40, dar nu şi argon-40. Ceasul este „adus la zero“, în sensul că în componenţa cristalului nu se află atomi de argon-40. Pe măsură ce trec milioane de ani, potasiul-40 se dezintegrează încet, iar atomii de argon-40, unul câte unul, îi înlocuiesc în cristal. Cantitatea de argon-40 acumulată este o măsură a timpului scurs de la formarea rocii. Dar, din motivul pe care tocmai l-am explicat, această cantitate înseamnă ceva numai dacă e exprimată ca *raport* dintre potasiu-40 şi argon-40. Când ceasul a fost „adus la zero“, raportul era de 100% în favoarea potasiului-40. După 1,26 miliarde de ani, raportul va fi de 50-50%. După alţi 1,26 miliarde de ani, jumătate din potasiul-40 se va fi transformat în argon-40 şi tot aşa. Raporturile intermediare marchează timpii intermediari scurşi de când ceasul cristalului a fost adus la zero. Astfel, măsurând raportul dintre atomii de potasiu-40 şi cei de argon-40 dintr-un eşantion de rocă vulcanică pe care o culeg astăzi, geologii pot spune cu cât timp în urmă s-a cristalizat acea rocă din starea ei topită. Rocile vulcanice conţin de regulă o mulţime de izotopi radioactivi, nu doar potasiu-40. O trăsătură avantajoasă a cristalizării rocilor vulcanice este că solidificarea are loc brusc[1] – *toate* ceasurile dintr-o rocă sunt aduse la zero simultan.

Numai rocile vulcanice oferă asemenea ceasuri radioactive, dar fosilele nu se găsesc mai deloc în roci vulcanice. Fosilele se formează în roci sedimentare, precum calcarul şi gresia, care nu sunt lavă solidificată, ci straturi de noroi, mâl sau nisip,

1. O rafinare complexă a metodei, numită „datare izocronă“, e prezentată în detaliu de Chris Stassen pe site-ul „Talk.Origins“, la adresa: http://www.talkorigins.org/faqs/isochron-dating.html. (*N. a.*)

depuse treptat pe fundul unei mări, unui lac sau unui estuar. Nisipul sau mâlul se compactează cu trecerea timpului şi devin dure. Eventualele cadavre prinse în mâl au astfel şansa de a se fosiliza. Chiar dacă de fapt doar o mică parte din cadavre se fosilizează, rocile sedimentare sunt singurele care conţin fosilele care ne interesează.

Din păcate, rocile sedimentare nu pot fi datate prin radioactivitate. Particulele individuale de gresie sau nisip care alcătuiesc rocile sedimentare conţin pesemne potasiu-40 şi alţi izotopi radioactivi, deci conţin ceasuri radioactive, dar ele nu ne sunt de folos, pentru că nu sunt corect aduse la zero, sau sunt aduse la zero la momente diferite. Poate că particulele de nisip compactate intrând în componenţa gresiei provin din roci vulcanice mărunţite, dar acele roci vulcanice s-au solidificat la momente diferite. Fiecare grăunte de nisip are un ceas adus la zero la un moment dat, probabil cu mult înainte de formarea rocii sedimentare şi de îngroparea în ea a fosilei pe care încercăm s-o datăm. Din perspectiva datării, roca sedimentară e inutilă. Tot ce putem face – şi nu-i puţin lucru – e să folosim datele rocilor vulcanice aflate în preajma rocii sedimentare sau înglobate în ea.

Pentru a data o fosilă, nu-i nevoie neapărat s-o găseşti făcută sandvici între două plăci de rocă vulcanică, deşi avem aici o ilustrare clară a principiului. Metoda folosită e mai rafinată. Straturi de roci sedimentare prezentând evidente asemănări se găsesc în lumea întreagă. Cu mult înainte de descoperirea datării radioactive, aceste straturi au fost identificate şi li s-au dat nume: cambrian, ordovician, devonian, jurasic, cretacic, eocen, oligocen, miocen. Sedimentele din devonian se întâlnesc nu numai în Devon (comitatul din sud-vestul Angliei, de unde şi numele), ci şi în alte părţi ale globului. Acestea seamănă între ele şi conţin liste asemănătoare de fosile. Geologii cunosc de mult *ordinea* în care s-au depus aceste sedimente, însă până la apariţia ceasurilor radioactive nu se putea şti *când* s-au depus. Ele puteau fi aranjate în ordine, de vreme ce, evident, sedimentele mai vechi

se află de regulă sub sedimentele mai noi. Sedimentele din devonian, de pildă, sunt mai vechi decât cele din carbonifer (numite după cărbunele descoperit adesea în straturile lor), iar acest lucru se ştie pentru că, acolo unde există ambele straturi, cel din devonian se află sub cel din carbonifer (excepţiile de la această regulă apar în locurile în care avem dovezi că rocile au fost înclinate sau chiar răsturnate). În general, nu avem norocul să găsim un şir complet de straturi, de la cel mai de jos, din cambrian, până la cel mai de sus, de origine recentă. Dar, cum straturile sunt recognoscibile, vârstele lor relative pot fi determinate în întreaga lume din aproape în aproape şi aranjând apoi piesele jocului de puzzle.

Aşadar, cu mult înainte să ştim cât de vechi erau fosilele, cunoşteam *ordinea* în care ele s-au depus, sau cel puţin ordinea în care sedimentele catalogate s-au depus. Ştiam că pretutindeni fosilele din cambrian erau mai vechi decât cele din ordovician, care erau mai vechi decât cele din silurian; apoi au venit devonianul, carboniferul, permianul, triasicul, jurasicul, cretacicul şi aşa mai departe. În cadrul fiecăruia dintre aceste straturi principale, geologii disting şi substraturi: jurasicul superior, jurasicul mediu, jurasicul inferior etc.

Straturile menţionate sunt identificate de obicei prin fosilele pe care le conţin, iar noi vom folosi ordinea fosilelor ca dovadă a evoluţiei! Riscăm oare să intrăm într-un cerc vicios? Cu siguranţă nu. Gândiţi-vă: fosilele din cambrian constituie un ansamblu caracteristic de neconfundat. Deocamdată, folosim un ansamblu caracteristic de fosile doar pentru a *eticheta* rocile din cambrian – specii-indicator –, indiferent unde le găsim. Iată de ce companiile petroliere angajează experţi în fosile care să identifice anumite straturi de roci, de obicei prin intermediul microfosilelor, fiinţe minuscule numite foraminifere sau radiolari, de exemplu.

O listă caracteristică de fosile e utilizată pentru a recunoaşte rocile din ordovician, pe cele din devonian şi aşa mai departe.

Deocamdată, nu folosim aceste ansambluri de fosile decât pentru a stabili că o rocă provine, să zicem, din permian sau din silurian. Apoi, ordinea în care straturile s-au depus ne spune ce strat e mai vechi sau mai nou decât alt strat. După ce am organizat aceste două categorii de informații, studiem fosilele din straturi tot mai recente pentru a vedea dacă reprezintă, prin comparații între ele, o succesiune evolutivă clară. Avansează ele într-o direcție perceptibilă? Apar anumite tipuri de fosile, de pildă mamifere, numai *după* o anumită dată, nicidecum înainte? Răspunsul este *da* la toate întrebările de felul acesta. Întotdeauna *da*, fără excepții. Avem aici o dovadă convingătoare a evoluției, pentru că nu se întâmplă așa în mod *necesar*, nu decurge din metoda noastră de identificare a straturilor și de obținere a succesiunii temporale.

Este o realitate că nimic din ce ar semăna fie și pe departe cu un mamifer n-a fost vreodată descoperit într-o rocă din devonian sau într-un strat mai vechi. Nu-i vorba că statistic mamiferele ar fi mai rare în devonian decât mai târziu – pur și simplu ele nu apar niciodată în roci mai vechi de o dată anume. Dar lucrurile nu trebuiau să stea neapărat așa. S-ar fi putut întâmpla ca, pe măsură ce foram tot mai adânc, dincolo de straturile din devonian, prin cele din silurian și chiar prin cele și mai vechi, din ordovician, să descoperim brusc în straturile din cambrian – mai vechi decât toate celelalte – nenumărate mamifere. Cert este că *nu* am descoperit așa ceva, dar existența acestei posibilități demonstrează că raționamentul nu poate fi acuzat că e vicios: dacă cineva ar descoperi un mamifer în rocile cambriene, întreaga teorie a evoluției ar fi pulverizată instantaneu. Altfel spus, evoluția e o teorie falsificabilă, așadar este o teorie științifică. Voi relua problema în capitolul 6.

Încercările creaționiștilor de a explica asemenea descoperiri sunt adesea de un comic nebun. Ni se spune, de exemplu, că potopul lui Noe este cheia înțelegerii ordinii în care găsim

fosilele principalelor grupe de animale. Iată, în continuare, un pasaj preluat direct de pe un site creaționist premiat[1]:

Succesiunea fosilelor din straturile geologice se prezintă astfel:

(i) NEVERTEBRATELE (animale marine lente) au pierit primele, urmate de peştii ceva mai mobili, copleşiți de nămolul potopului;

(ii) AMFIBIENII (în apropierea mării) au pierit după aceea, pe măsură ce apele se înălțau;

(iii) REPTILELE (animale de uscat lente) au fost următoarele care au pierit;

(iv) MAMIFERELE au reuşit să fugă din calea apelor care se înălțau, cele mai mari şi mai rapide supraviețuind cel mai mult;

(v) OMUL s-a dovedit cel mai ingenios, agățându-se de bârne şi de alte lemne, ca să scape de potop.

Această succesiune reprezintă o explicație absolut satisfăcătoare pentru ordinea în care diversele fosile sunt descoperite în straturile de roci. Ea NU reprezintă ordinea în care animalele au evoluat, ci ordinea în care s-au înecat pe vremea potopului lui Noe.

Lăsând la o parte toate celelalte motive de a obiecta la această explicație memorabilă, este cu desăvârşire imposibil să existe *statistic* o tendință ca, *în medie*, mamiferele să scape mai uşor decât reptilele din calea apelor. Dar, după cum e de aşteptat în teoria evoluției, *nu* există nici un mamifer în straturile profunde ale registrului geologic. Teoria „refugierii pe dealuri“ ar fi mai plauzibilă dacă ar exista măcar ceva urme de mamifere când cobori în straturile geologice. Pe de altă parte, *nu* există trilobiți mai sus de straturile din permian şi *nu* există dinozauri (cu excepția păsărilor) mai sus de straturile din cretacic. Repet, teoria „refugierii pe dealuri“ ar prezice o descreştere statistică.

---

1. Vezi http://www.homepage.ntlworld.com/malcolmbowden/creat.htm. (*N. a.*)

Să revenim la datare şi la ceasurile radioactive. De vreme ce ordinea relativă a straturilor sedimentare e bine cunoscută, iar aceeaşi ordine se regăseşte peste tot în lume, ne putem folosi de rocile vulcanice aflate deasupra, dedesubtul straturilor sedimentare sau înglobate acolo pentru a data straturile, deci şi fosilele din ele. Printr-o rafinare a metodei, putem spune că fosilele aflate aproape de nivelul superior al carboniferului sau cretacicului, de pildă, sunt mai recente decât fosilele aflate puțin mai jos în acelaşi strat. Nu-i nevoie să găsim o rocă vulcanică în imediata vecinătate a unei fosile pe care vrem s-o datăm. Putem spune că fosila e, de pildă, din devonianul târziu după poziția ei în stratul din devonian. Iar din datarea rocilor vulcanice asociate cu straturile devoniene din întreaga lume ştim că devonianul s-a încheiat în urmă cu aproximativ 360 de milioane de ani.

Ceasul potasiu-argon e numai unul din numeroasele ceasuri aflate la dispoziția geologilor, toate folosind acelaşi principiu la diferitele lor scări de timp. Ceasurile din tabelul de mai jos sunt aranjate în ordinea crescătoare a vitezei lor. Să remarcăm încă o dată uimitorul spectru al timpilor de înjumătățire, de la 49 de miliarde de ani, la capătul lent, la mai puțin de 6 000 de ani, la capătul rapid. Ceasurile rapide, cum e cel bazat pe carbon-14, funcționează oarecum diferit, pentru că „aducerea la zero“ se face altfel. Pentru izotopii cu un timp de înjumătățire scurt, toți atomii prezenți când s-a format Pământul au dispărut de mult. Înainte să vorbesc despre datarea cu carbon-14, cred că e nimerit să prezint şi altă dovadă privind vechimea Pământului, o planetă a cărei vârstă se măsoară cu miliardele de ani.

Între elementele de pe Pământ, 150 sunt izotopi stabili, iar 158 sunt izotopi instabili, în total 308. Dintre cei 158 de izotopi instabili, 121 fie au dispărut complet, fie există doar pentru că se reînnoiesc constant – aşa cum vom vedea că se întâmplă cu carbonul-14. Dacă ne uităm la cei 37 care nu au dispărut, observăm ceva interesant: toți au un timp de înjumătățire mai mare de

Izotop instabil	Se dezintegrează în	Timp de înjumătățire (ani)
rubidiu-87	stronțiu	49 000 000 000
reniu-187	osmiu-187	41 600 000 000
toriu-232	plumb-208	14 000 000 000
uraniu-238	plumb-206	4 500 000 000
potasiu-40	argon-40	1 260 000 000
uraniu-235	plumb-207	704 000 000
samariu-147	neodimiu-143	108 000 000
iod-129	xenon-129	17 000 000
aluminiu-26	magneziu-26	740 000
carbon-14	azot-14	5 730

Ceasuri radioactive

700 de milioane de ani. Iar dacă ne gândim la cei 121 dispăruți, toți au un timp de înjumătățire mai mic de 200 de milioane de ani. Atenție, vorbim aici de timpul de înjumătățire, nu de durata vieții lor! Să ne gândim la soarta unui izotop cu un timp de înjumătățire de 100 de milioane de ani. Izotopii cu timpi de înjumătățire mai mici decât o zecime din vârsta Pământului practic au dispărut, şi nu mai există decât în condiții speciale. Cu anumite excepții, singurii izotopi pe care-i găsim pe Pământ sunt cei cu timpii de înjumătățire suficient de lungi pentru a supraviețui pe o planetă foarte veche. Carbonul-14 e o asemenea excepție, şi e remarcabil prin faptul că se reînnoieşte constant. Rolul de ceas al izotopului carbon-14 trebuie deci înțeles într-un mod diferit față de cel al izotopilor cu timpi de înjumătățire lungi. Ce înseamnă de fapt să „aduci la zero“ un asemenea ceas?

CARBONUL

Dintre toate elementele, carbonul pare să fie cel cu adevărat indispensabil vieții – fără de care e cel mai greu de imaginat viața pe orice planetă. Acest lucru se datorează capacității uimitoare

a carbonului de a forma lanțuri, inele şi alte forme complexe de arhitectură moleculară. El intră în rețeaua trofică prin fotosinteză – procesul în care plantele verzi absorb moleculele de bioxid de carbon din atmosferă şi folosesc energia Soarelui pentru a combina atomii de carbon cu apa şi a produce zaharuri. Tot carbonul din noi şi din toate celelalte ființe vii provine în ultimă instanță, prin intermediul plantelor, din dioxidul de carbon atmosferic, şi e continuu reciclat, trecând înapoi în atmosferă atunci când expirăm aerul din plămâni, când eliminăm excrețiile, când murim.

Cea mai mare parte a carbonului din dioxidul de carbon atmosferic este carbon-12, care nu e radioactiv. Totuşi, aproximativ un atom la un bilion de atomi este carbon-14, care e radioactiv. El se dezintegrează destul de repede, având un timp de înjumătățire de 5 730 de ani şi transformându-se în azot-14. Biochimia plantelor nu ține cont de diferența dintre cei doi izotopi ai carbonului. Pentru orice plantă, carbonul e pur şi simplu carbon. Plantele absorb deci şi carbon-14 împreună cu carbon-12, şi înglobează cele două tipuri de carbon în zaharuri în acelaşi raport existent între ele în atmosferă. Carbonul absorbit din atmosferă (inclusiv numărul proporțional de atomi de carbon-14) e răspândit rapid (în comparație cu timpul de înjumătățire al carbonului-14) prin rețeaua trofică, plantele fiind mâncate de animalele ierbivore, acestea de carnivore etc. Toate ființele vii, plante şi animale deopotrivă, conțin carbon cu aproximativ acelaşi raport între atomii celor doi izotopi care se regăseşte şi în atmosferă.

Aşadar, când e ceasul adus la zero? În momentul în care ființa, animal sau plantă, moare. Ea e smulsă atunci din lanțul trofic, şi nu mai primeşte influxul de carbon-14 proaspăt din atmosferă, prin intermediul plantelor. Cu trecerea secolelor, atomii de carbon-14 din cadavru, bucată de lemn, fragment textil sau orice altceva se dezintegrează în atomi de azot-14. Raportul dintre carbon-14 şi carbon-12 din acel eşantion scade tot mai mult

sub nivelul standard din atmosferă şi din corpurile fiinţelor vii. În cele din urmă, va rămâne numai carbon-12 sau, mai exact, cantitatea de carbon-14 va deveni prea mică pentru a fi măsurată. Raportul dintre carbon-14 şi carbon-12 poate fi utilizat pentru a calcula timpul scurs de când moartea a smuls acea fiinţă din lanţul trofic şi din interacţiunea cu atmosfera.

Toate bune şi frumoase, dar sistemul funcţionează numai pentru că în atmosferă carbonul-14 este permanent reînnoit. Altminteri, carbonul-14, cu timpul său de înjumătăţire atât de scurt, ar fi dispărut de mult de pe Pământ, la fel ca toţi ceilalţi izotopi naturali cu timpi de înjumătăţire scurţi. Carbonul-14 are un statut aparte, pentru că e continuu creat într-un proces în doi paşi de razele cosmice care smulg neutronii din atomii din atmosferă. Azotul este gazul cel mai răspândit în atmosferă, având numărul atomic 14, la fel ca izotopul carbon-14. Diferenţa este că atomul de carbon-14 are 6 protoni şi 8 neutroni, pe când cel de azot-14 are 7 protoni şi 7 neutroni (neutronii, spuneam, au aproximativ aceeaşi masă ca protonii). Unii neutroni smulşi lovesc nucleele de azot şi transformă un proton al acestora în neutron, iar astfel se formează carbon-14. Ritmul acestei conversii rămâne aproximativ constant de la un secol la altul, ceea ce face posibilă datarea cu carbon radioactiv. De fapt, ritmul nu e absolut constant şi trebuie făcute corecţii. Din fericire, putem face o calibrare precisă a rezervelor variabile de carbon-14 din atmosferă, necesară la rafinarea datării. Să nu uităm că pentru aproximativ aceeaşi perioadă acoperită de datarea cu carbon avem metoda alternativă de datare a lemnului – dendrocronologia –, a cărei marjă de eroare este de numai un an. Comparând vârstele eşantioanelor de lemn din datarea cu carbon şi din datarea prin inelele copacilor, independentă de prima, putem calibra erorile fluctuante ale datării cu carbon. Apoi, folosim aceste măsurători de calibrare la eşantioane organice pentru care nu avem inele ale copacilor (majoritatea).

Datarea cu carbon este o invenție relativ recentă, a apărut abia în anii 1940. La începuturile ei, procedura de datare necesita cantități mari de material organic. În anii 1970, o tehnică numită spectrometrie de masă a fost adaptată la datarea cu carbon, aşa încât nu mai e nevoie decât de o cantitate infimă de material organic, ceea ce a revoluționat datarea în arheologie. Cel mai ilustru exemplu e Giulgiul de la Torino. Deoarece această faimoasă bucată de pânză pare să aibă imprimată în mod misterios imaginea unui om cu barbă crucificat, mulți au sperat că provine din epoca lui Isus. Prima menționare a giulgiului apare la mijlocul secolului XIV, în Franța, şi nimeni nu ştie unde s-a aflat până atunci. Din 1578 a fost păstrat la Torino, iar din 1983 se află în custodia Vaticanului. Când spectrometria de masă a făcut posibilă datarea unui eşantion minuscul din giulgiu, Vaticanul a fost de acord cu decuparea unei fâşii foarte mici. Fâşia a fost împărțită în trei[1], fiecare fragment fiind expediat câte unui laborator specializat în datarea cu carbon radioactiv – la Oxford, în Arizona şi la Zürich. Lucrând absolut independent – fără să-şi compare observațiile –, cele trei laboratoare şi-au anunțat rezultatele privind data la care a murit fibra de in din care a fost țesută pânza giulgiului. Oxford a zis 1200 d.Cr., Arizona – 1304, Zürich – 1274. Aceste date – aflate în marjele normale de eroare – sunt compatibile între ele şi compatibile cu mijlocul secolului XIV, când e pentru prima oară menționat giulgiul. Datarea lui rămâne controversată, dar nu din motive care să pună la îndoială tehnica în sine a datării cu carbon. De pildă, carbonul din giulgiu se poate să fi fost contaminat de un incendiu, despre care se ştie că a avut loc în 1532. Nu voi dezvolta subiectul, fiindcă giulgiului este de interes istoric, nu evoluționist. E însă un bun exemplu pentru a ilustra metoda şi

1. Despre datarea Giulgiului de la Torino, vezi Damon *et al.* (1989). (*N. a.*)

faptul că, spre deosebire de dendrocronologie, marja ei de eroare nu e de un an, ci de un secol.

Am subliniat în repetate rânduri că există o mulțime de ceasuri pe care le poate folosi detectivul evoluționist modern şi că ele funcționează optim la scări de timp diferite, dar care se suprapun. Ceasurile radioactive pot oferi estimări independente ale vârstei unui fragment de rocă, ținând cont de faptul că toate ceasurile au fost aduse la zero simultan în momentul solidificării rocii. Când se fac asemenea comparații, diferitele ceasuri concordă între ele, în marjele de eroare, ceea ce dă o mare încredere în corectitudinea metodei. Calibrate reciproc şi verificate pentru roci cunoscute, aceste ceasuri pot fi folosite la probleme interesante de datare, cum e vârsta Pământului. Vârsta acceptată în prezent, de 4,6 miliarde de ani, e estimarea către care converg mai multe ceasuri. Acordul nu e surprinzător, însă din păcate el trebuie subliniat şi repetat, pentru că, după cum am arătat în Introducere şi exemplific în Apendice, aproximativ 40% dintre americani şi un procentaj ceva mai mic dintre britanici cred că vârsta Pământului, departe de a se măsura cu miliardele de ani, e mai mică de 10 000 de ani. Lamentabil este faptul că, în special în America, dar şi într-o mare parte a lumii islamice, unii negaționişti ai istoriei controlează şcolile şi programa analitică.

Negaționistul istoriei ar putea afirma, de pildă, că e ceva în neregulă cu ceasul potasiu-argon. Nu cumva abia după potopul lui Noe ritmul de dezintegrare a potasiului-40 a devenit foarte scăzut? Dacă înainte de potop timpul de înjumătățire al potasiului-40 era diferit, de numai câteva secole, să zicem, şi nu de 1,26 de miliarde de ani? Ideea e absurdă. De ce s-ar schimba legile fizicii atât de mult şi într-un mod atât de convenabil? Şi mai absurdă e ideea că fiecare ceas în parte ar fi ajustat separat. În prezent, toți izotopii utilizabili conduc la o estimare a vârstei Pământului între patru şi cinci miliarde de ani. Şi asta pornind de la premisa că timpii lor de înjumătățire au fost aceiaşi dintotdeauna – după cum o impun legile cunoscute ale fizicii. Nega-

ţionişţii istoriei ar trebui să jongleze cu timpii de înjumătăţire ai tuturor izotopilor pentru ca vârsta Pământului să nu depăşească 6 000 de ani. Bizar argument! Şi n-am pomenit de alte metode speciale de datare[1], care conduc la rezultate similare, cum ar fi „datarea prin urmele de fisiune“. Să nu uităm uriaşele diferenţe dintre scările de timp ale diferitelor ceasuri şi să ne imaginăm cât de mari şi de complicate ar fi jongleriile cu legile fizicii pentru a aduce la unison toate ceasurile radioactive pe tot spectrul lor, aşa încât să indice o vârstă a Pământului de doar 6 000 de ani, nu 4,6 miliarde! Dat fiind că singura motivaţie a unor asemenea jonglerii este dorinţa de a menţine viu mitul despre origini al unor triburi din Epoca Bronzului, este surprinzător – eufemistic vorbind – că se găseşte cineva care să se lase prostit de ea.

Mai există un tip de ceas evolutiv, aşa-numitul ceas molecular, dar voi lăsa discuţia despre el pentru capitolul 10. Până atunci trebuie să prezint mai întâi alte câteva idei legate de genetica moleculară.

1. Pentru o listă completă a metodelor, vezi http://www.usd.edu/esci/age/current_scientific_clocks.html#. (*N. a.*)

5
Sub ochii noștri

Am folosit comparația cu detectivul care ajunge la scena crimei după ce lucrurile s-au consumat şi trebuie să reconstituie evenimentul pe baza indiciilor pe care le are la dispoziție. Dar poate că m-am grăbit să accept imposibilitatea de a fi martor ocular al evoluției. Deşi marea majoritate a schimbărilor evolutive au avut loc înainte ca vreun om să fi văzut lumina zilei, unele lucruri se petrec atât de repede, încât putem vedea evoluția în acțiune cu propriii noştri ochi, în răstimpul unei vieți de om.

Există un indiciu plauzibil că tocmai acest lucru s-a întâmplat cu elefanții, despre care Darwin spunea că sunt printre animalele care se reproduc cel mai lent şi la care schimbarea de generație durează cel mai mult. Una dintre cauzele principale de mortalitate în rândurile elefanților africani o reprezintă oamenii înarmați cu puşti, care-i vânează pentru fildeşii vânduți ca trofee sau pentru a fi transformați în bijuterii. Desigur, vânătorii pun ochii pe indivizii cu fildeşii cei mai mari, asta însemnând că, teoretic cel puțin, indivizii cu fildeşi mai mici se bucură de un avantaj selectiv. Aşa cum se întâmplă mereu în evoluție, există presiuni selective divergente, iar rezultatul evoluției va fi un compromis. Cei cu fildeşi mari au un avantaj în competiția cu alți elefanți, ceea ce contrabalansează dezavantajul de care se lovesc când au de-a face cu oameni înarmați. Orice intensificare a vânătorii, legală sau braconaj, va înclina balanța de par-

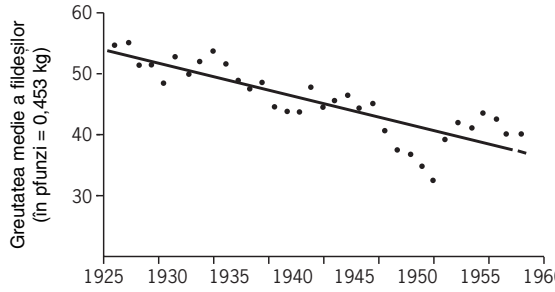


Fig. 11 – Greutatea fildeșilor la elefanții ugandezi

tea elefanților cu fildeşi mici. În condiții egale, ne putem aştepta la o tendință evolutivă care să favorizeze fildeşii mici ca rezultat al vânătorii, dar o asemenea tendință n-ar fi detectabilă decât la intervale de ordinul miilor de ani. Nu ne putem aştepta s-o remarcăm în decursul unei vieți de om.

Să ne uităm acum la câteva cifre, publicate în 1962 (vezi Brooks şi Buss, 1962).

Graficul din figura 11 prezintă date ale Departamentului Ugandez de Vânătoare. Având în vedere numai elefanții împuşcați legal de vânătorii autorizați, el se referă la greutatea medie a fildeşilor în pfunzi, în fiecare an al intervalului 1925–1958 (câtă vreme Uganda s-a aflat sub protectorat britanic). Punctele reprezintă valori anuale. Dreapta care le uneşte e trasată nu după ochi, ci cu ajutorul unei tehnici statistice numite regresie liniară.[1] Se poate vedea cu ochiul liber tendința descrescătoare

1. Să ne imaginăm toate dreptele posibile. Pentru fiecare să calculăm cât de mult se apropie de puncte, măsurând distanța dintre fiecare punct şi linie şi însumând distanțele (ridicate la pătrat, dintr-un motiv matematic a cărui explicație nu-şi are locul aici). Dintre toate dreptele posibile, cea care minimizează suma pătratelor distanțelor de la puncte la ea este dreapta reprezentată. Ea indică tendința, fără să ne încurcăm în mulțimea punctelor. Există calcule pe care le fac statisticienii pentru a stabili cât de fidel indică dreapta o tendință. Acestea se numesc teste de semnificație statistică, şi măsoară împrăştierea punctelor în jurul dreptei. (*N. a.*)

în intervalul de 33 de ani. Este o tendință semnificativă statistic, ceea ce înseamnă că e aproape cert o tendință reală, nu un efect întâmplător.

Faptul că există o tendință statistic semnificativă de scădere a fildeşilor nu înseamnă neapărat că există şi o tendință evolutivă. Dacă am reprezenta grafic înălțimea medie a bărbaților de 20 de ani în tot secolul XX, an după an, s-ar observa în multe țări o tendință semnificativă de creştere în înălțime, ceea ce nu e o tendință evolutivă, ci un efect al nutriției mai bune. În cazul elefanților însă, avem toate motivele să bănuim existența unei presiuni selective puternice în defavoarea fildeşilor mari. Şi mai există un aspect: deşi graficul se referă la fildeşii obținuți în urma vânătorii autorizate, se poate foarte bine ca presiunea selectivă răspunzătoare de tendință să se datoreze mai ales braconajului. Trebuie să ne gândim cu seriozitate la posibilitatea să avem de-a face cu o tendință evolutivă reală, în care caz e remarcabil de rapidă. Dar să nu ne pripim să tragem concluzii ferme. E posibil să fim martorii unei selecții naturale puternice, care va conduce la modificări ale frecvenței anumitor gene la populația de elefanți, însă asemenea efecte genetice n-au fost deocamdată demonstrate. E posibil ca diferența dintre indivizii cu fildeşi mari şi cei cu fildeşi mici să nu fie o diferență de ordin genetic. Eu sunt totuşi înclinat să iau în serios posibilitatea de a avea de-a face cu o tendință evolutivă autentică.

Mai convins decât mine, colegul meu Iain Douglas-Hamilton, o autoritate mondială în sudiul populațiilor de elefanți africani sălbatici, ia problema în serios şi crede că trebuie atent cercetată. El bănuieşte că tendința a apărut cu mult înainte de 1925 şi a continuat şi după 1958. Consideră plauzibilă ipoteza că aceeaşi cauză, acționând în trecut, explică lipsa fildeşilor la multe populații de elefanți asiatici. S-ar părea că avem de-a face cu un caz de evoluție rapidă desfăşurată chiar sub ochii noştri şi care merită studiată.

Mă întorc acum spre un alt caz, legat de o interesantă cercetare recentă asupra unor şopârle de pe nişte insule din Marea Adriatică.

ȘOPÂRLELE DE PE INSULA POD MRCARU

Există două insulițe în largul coastelor Croației, Pod Kopiste şi Pod Mrcaru. În 1971, o populație de şopârle mediteraneene comune, *Podarcis sicula*, care se hrănesc mai ales cu insecte, era prezentă pe insula Pod Kopiste, dar nu şi pe Pod Mrcaru. În anul acela, autorii unui experiment au transportat cinci perechi de şopârle *Podarcis sicula* de pe insula pe care trăiau, Pod Kopiste, şi le-au dat drumul pe cealaltă insulă, Pod Mrcaru (v. Herrel *et al.*, 2008, şi Herrel *et al.*, 2004). Apoi, în 2008, un alt grup de oameni de ştiință, în principal belgieni, în colaborare cu Anthony Herrel, au vizitat cele două insule ca să vadă ce s-a întâmplat. Au descoperit o populație înfloritoare de şopârle pe insula Pod Mrcaru, despre care testele ADN au confirmat că erau din specia *Podarcis sicula*. E de presupus că acestea descindeau din cele cinci perechi aduse de prima echipă de cercetători. Herrel şi colegii săi au făcut observații asupra descendenților şopârlelor aduse acolo şi i-au comparat cu şopârlele de pe insula de origine. Existau diferențe marcante între cele două grupuri de şopârle. Oamenii de ştiință au presupus, probabil justificat, că şopârlele de pe insula de origine, Pod Kopiste, erau reprezentanți neschimbați ai şopârlelor-strămoşi din urmă cu 37 de ani. Cu alte cuvinte, au presupus că făcuseră o comparație între şopârlele evoluate de pe insula Pod Mrcaru şi „strămoşii“ lor neevoluați (adică, deşi contemporanii lor, totuşi de tip ancestral) de pe insula Pod Kopiste. Chiar dacă o asemenea presupunere ar fi greşită – chiar dacă, de exemplu, şopârlele de pe insula Pod Kopiste ar fi evoluat la fel de repede ca acelea de pe Pod Mrcaru –, tot e de remarcat o divergență evolutivă într-un interval de timp de ordinul deceniilor, adică la o scară

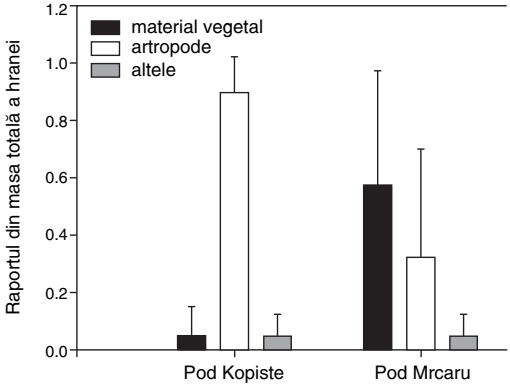


Fig. 12 – Dieta de vară a şopârlelor de pe două insule din Marea Adriatică

de timp la care oamenii pot observa modificările ivite în decursul unei vieţi de om.

Ce diferenţe atât de marcante existau între cele două populaţii de şopârle care evoluaseră în doar trei decenii şi jumătate? De exemplu, şopârlele de pe insula Pod Mrcaru – populaţia „evoluată“, cu alte cuvinte – aveau capete semnificativ mai mari decât cele din populaţia de origine, de pe insula Pod Kopiste: capete mai mari pe toate cele trei dimensiuni, lungime, lăţime şi înălţime. Acest lucru se traduce printr-o muşcătură mult mai puternică. O schimbare de acest gen merge mână-n mână cu o dietă mai vegetariană şi se poate spune cu siguranţă că şopârlele de pe insula Pod Mrcaru mănâncă substanţial mai mult material vegetal decât rudele lor „ancestrale“ de pe insula Pod Kopiste. De la o dietă formată aproape exclusiv din insecte (artropode, în termenii graficului din figura 12), tipică pentru populaţia contemporană de şopârle de pe insula Pod Kopiste, şopârlele de pe Pod Mrcaru trecuseră la o dietă preponderent vegetariană, mai ales în timpul verii.

De ce are nevoie un animal de o muşcătură mai puternică atunci când trece la o dietă vegetariană? Pentru că pereţii celulari ai plantelor, nu şi ai animalelor, sunt întăriţi de celuloză. Mamiferele erbivore, precum caii, vitele şi elefanţii, au dinţii mari,

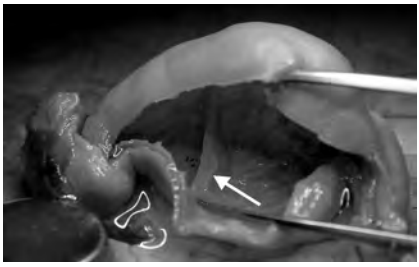


Fig. 13 – Valvă cecală

ca nişte pietre de moară, pentru tocarea celulozei, spre deosebire de colții tăioşi ai carnivorelor şi de dinții ca nişte ace ai insectivorelor. Au muşchii fălcilor masivi şi, în mod corespunzător, cranii robuste de care să se atașeze acei muşchi (să ne gândim la creasta mediană zdravănă din creştetul capului unei gorile[1]). Erbivorele au şi unele particularități ale intestinelor. În general, animalele nu pot digera celuloza fără ajutorul unor bacterii şi al altor microorganisme, aşa încât multe vertebrate prezintă o fundătură în zona intestinală numită cec (din lat. *caecum*), care găzduieşte asemenea bacterii şi funcționează ca încăpere de fermentare (apendicele nostru reprezintă un vestigiu al unui cec de mai mari dimensiuni pe care-l aveau strămoşii noştri cu o dietă mai degrabă vegetariană). Cecul, ca şi alte porțiuni ale intestinelor, poate deveni extrem de complicat la erbivorele specializate. Carnivorele au de regulă intestine mai simple şi mai mici decât erbivorele. Printre complicațiile din zonele intestinale ale erbivorelor se numără şi aşa-numitele valve cecale. Valvele sunt despărțituri incomplete, uneori musculare, servind la regularizarea sau încetinirea fluxului de material prin intestine sau pur şi simplu la mărirea suprafeței interioare a cecului. Figura 13 prezintă o secțiune prin cecul unei specii înrudite de şopârlă, care se hrăneşte cu mult material vegetal. Valva e indicată de săgeată. Interesant e faptul că, deşi valvele cecale nu apar la specia de şopârle *Podarcis sicula* şi sunt rare în familia din care acestea fac parte, ele au început să apară la populația de

1. Aceleaşi trăsături de gorilă la nivelul țestei şi al dinților vărului nostru robust *Paranthro pus boisei* („omul spărgător de nuci“) arată că era mai mult ca sigur vegetarian. (*N. a.*)

Podarcis sicula de pe insula Pod Mrcaru, adică la o populație de șopârle care, într-un interval de numai 37 de ani, a început să evolueze către caracteristici erbivore. Cercetătorii au mai descoperit și alte schimbări evolutive la acele șopârle. Densitatea populației a scăzut, iar ele au încetat să-și mai apere teritoriul, așa cum proceda populația de șopârle-strămoși de pe insula Pod Kopiste. Repet: singurul motiv pentru care această poveste se dovedește cu adevărat excepțională – și pentru care o includ aici – este că totul s-a petrecut extrem de rapid, în doar câteva decenii. Evoluția sub ochii noștri!

EVOLUȚIA ÎN LABORATOR A 45 000 DE GENERAȚII

Timpul mediu de schimbare a generațiilor e de vreo doi ani în cazul acestor șopârle, așa încât schimbările evolutive observate pe insula Pod Mrcaru sunt rezultatul a doar optsprezece sau nouăsprezece generații. Să ne gândim numai la ce am putea vedea în patru sau cinci decenii dacă am urmări evoluția bacteriilor, ale căror generații dăinuiesc ore sau chiar minute! Bacteriile oferă evoluționiștilor un alt dar neprețuit. În anumite cazuri, pot fi congelate un timp nedefinit și apoi readuse la viață, după care își reiau reproducerea de parcă nimic nu s-ar fi întâmplat. Asta înseamnă că oamenii de știință își pot constitui propriul „registru de fosile vii", o fotografie instantaneu a punctului precis în care se află procesul evolutiv în orice moment. E ca și cum superba fosilă preumană descoperită de Don Johanson și supranumită Lucy ar fi readusă la viață din starea de congelare profundă, iar specia ei ar continua să evolueze din acel punct! Chiar acest lucru au realizat bacteriologul Richard Lenski și colegii săi de la Universitatea Statului Michigan cu bacteria *Escherichia coli*, într-un spectaculos experiment pe termen lung.[1] Cercetarea

1. Despre studiul lui Lenski privind *E. coli*, vezi Lenski și Travisano (1994). În plus, articolele echipei lui Lenski se găsesc la adresa:

ştiințifică de azi se dovedeşte adesea un efort de echipă. Iată de ce, chiar dacă voi folosi uneori numele lui Lenski în cele ce urmează, pentru a simplifica prezentarea, trebuie citit „Lenski, împreună cu colegii şi studenții din laboratorul său“. După cum vom vedea, experimentele lui Lenski le dau dureri de cap creaționiştilor – şi pe bună dreptate. Ele sunt o minunată demonstrație a evoluției în plină acțiune, ceva ce cu greu vei putea lua în râs, chiar dacă eşti împins de la spate de o motivație foarte puternică. Iar motivația creaționiştilor înveterați este într-adevăr foarte puternică. Voi reveni la acest lucru la sfârşitul secțiunii.

Escherichia coli e o bacterie comună. Foarte comună. Există cam o sută de miliarde de miliarde de asemenea bacterii în toată lumea, în orice moment le-am număra, dintre care aproximativ un miliard, după socotelile lui Lenski, se află chiar în acest moment în intestinul gros al dumitale, cititorule. Majoritatea nu sunt nocive, sunt chiar benefice, dar se întâmplă ca unele soiuri dezagreabile să iasă uneori din anonimat. Asemenea inovații evolutive periodice n-ar trebui să ne surprindă dacă ne gândim la numărul acestor bacterii, deşi mutațiile propriu-zise trec drept evenimente rar întâlnite. Chiar şi acceptând probabilitatea de numai unu la un miliard ca o singură genă să sufere o mutație la fiecare ciclu de reproducere bacteriană, numărul bacteriilor e atât de mare, încât aproape fiecare genă din genom poate suferi zilnic o mutație oriunde în lume. Vorba lui Richard Lenski: „E loc pentru evoluție, nu glumă.“

Lenski şi colegii săi au profitat de această posibilitate în laborator, în mod controlat. Ei au lucrat cu meticulozitate, atenți la cele mai mici detalii. Detaliile sunt cele care contribuie la impactul dovezilor evoluției oferite de acest experiment, aşa că nu mă voi zgârci în explicarea lor. Următoarele pagini vor fi prin urmare destul de complicate – nu dificile, doar complicat de amănunțite. Cel mai bine ar fi ca ele să fie parcurse cu mintea limpede, nu la

---

http://www.myxo.css.msu.edu/cgi-bin/lenski/prefman.pl?group=aad. (*N. a.*)

sfârşitul unei zile obositoare. Fiecare detaliu e logic, ceea ce face lectura mai uşoară, dar nimic nu e lăsat neexplicat, aşa încât să ne scărpinăm în cap şi să ne întrebăm ce-o mai fi însemnând şi asta. Vă rog deci să mă urmaţi pas cu pas prin această suită de experimente splendid concepute şi elegant efectuate.

Bacteriile se reproduc asexuat – prin diviziune celulară simplă –, drept care e uşor de clonat într-un timp scurt o populaţie uriaşă de indivizi identici genetic. În 1988, Lenski a luat o asemenea populaţie şi a infectat cu ea douăsprezece recipiente de sticlă identice, toate conţinând aceeaşi supă nutritivă cu glucoză drept sursă vitală de hrană. Cele douăsprezece recipiente, fiecare cu populaţia lui de bacterii fondatoare, au fost apoi plasate într-un „incubator vibrator“, unde au fost păstrate în condiţii propice şi scuturate constant, pentru a menţine bacteriile uniform răspândite în masa lichidului. Aceste douăsprezece recipiente au constituit bazele unui număr egal de linii evolutive, care urmau să fie păstrate separat timp de două decenii şi mai bine, ca şi cum ar fi fost vorba de cele douăsprezece seminţii ale lui Israel, cu singura diferenţă că, în cazul seminţiilor israelite, nu exista vreo lege care să le împiedice să se amestece între ele.

Cele douăsprezece seminţii de bacterii n-au fost ţinute în aceleaşi recipiente de sticlă în tot acest timp, ci fiecare seminţie a fost mutată zilnic într-un nou recipient. Să ne imaginăm douăsprezece *şiruri* de recipiente, fiecare de peste şapte mii de bucăţi, întinzându-se până în zare! În fiecare zi, pentru fiecare dintre cele douăsprezece seminţii, un recipient nou era infectat cu lichid din recipientul folosit în ziua precedentă. Un mic eşantion – nici mai mult, nici mai puţin de o sutime din volumul vechiului recipient – era extras şi turnat în recipientul nou, care conţinea o cantitate proaspătă de supă bogată în glucoză. Populaţia de bacterii din noul recipient începea să se înmulţească într-un ritm ameţitor; dar, până a doua zi, de fiecare dată se oprea, pe măsură ce hrana se consuma, iar bacteriile începeau să sufere de foame. Cu alte cuvinte, populaţia din fiecare reci-

pient se înmulțea năvalnic, apoi atingea un platou, moment în care cercetătorii extrăgeau un eşantion din ea, îl depuneau într-un recipient nou, iar ciclul se relua până a doua zi. Prin urmare, de mii de ori, în echivalentul timpului geologic accelerat pentru ele, aceste bacterii au trecut prin acelaşi ciclu repetat de expansiune galopantă, urmată de înfometare, apoi a suta parte din ele au fost salvate şi transferate, ca pe o Arcă a lui Noe de sticlă, într-un rai proaspăt al glucozei – însă iarăşi temporar. Li s-au creat astfel condiții ideale pentru evoluție, iar experimentul s-a desfăşurat în paralel pe douăsprezece fronturi separate.

Lenski şi echipa lui au continuat acest ritual zilnic timp de peste douăzeci de ani.Asta înseamnă vreo 7 000 de „generații ale sticlelor“ şi un total de 45 000 de generații bacteriene – cu o medie de şase-şapte generații bacteriene pe zi. Ca să ne facem o idee despre anvergura proiectului, dacă ne-am întoarce în timp cu 45 000 de generații umane, am parcurge cam un milion de ani, până pe vremea lui *Homo erectus*, ceea ce nu e prea departe în timp. Aşa încât, orice schimbări evolutive va fi înregistrat Lenski în acest echivalent în generații bacteriene a unui milion de ani, să ne închipuim câtă evoluție presupune o sută de milioane de ani pentru mamifere. Dar chiar şi aceşti o sută de milioane de ani înseamnă puțin după standardele geologice.

Pe lângă experimentul evolutiv principal, echipa lui Lenski a folosit bacteriile pentru o serie de experimente secundare, cum ar fi înlocuirea glucozei cu un alt zahar, maltoza, după 2 000 de generații, dar eu mă voi concentra asupra experimentului principal, în care s-a folosit glucoză de la început până la sfârşit. Eşantioane din toate cele douăsprezece seminții de bacterii au fost colectate la diverse intervale în cei douăzeci de ani, pentru a vedea cum decurge evoluția. Alte eşantioane din fiecare seminție au fost congelate, ca sursă de fosile resuscitabile, reprezentând puncte strategice pe parcursul drumului evolutiv. Nu e deloc exagerat dacă afirm că toată această serie de experimente a fost genial concepută.

Iată un mic exemplu de planificare minunată. Spuneam că toate cele douăsprezece recipiente de pornire au fost infectate dintr-una şi aceeaşi clonă, deci au pornit genetic identice. N-a fost chiar aşa, dintr-un motiv pe cât de subtil, pe atât de interesant. În laboratorul lui Lenski fusese în prealabil exploatată o genă numită *ara*, care se prezintă sub două forme: Ara+ şi Ara–. Între acestea două nu se poate face diferenţa până nu se ia câte un eşantion din fiecare tip de bacterii şi se însămânţează într-un vas Petri conţinând o supă nutritivă, plus zaharul arabinoză şi un colorant chimic numit tetrazoliu. Însămânţarea înseamnă să plasezi o picătură de lichid conţinând bacterii într-un vas Petri acoperit cu un strat subţire de gel agar şi să pui vasul la incubat. Coloniile de bacterii se dezvoltă ca nişte cercuri tot mai largi – „inele de zână“[1] în miniatură – pornind de la stropul de lichid, hrănindu-se cu nutrienţii amestecaţi în gelul agar. Dacă amestecul conţine arabinoză şi colorant, diferenţa dintre Ara+ şi Ara– iese la iveală, aşa cum se întâmplă atunci când încălzim cerneala simpatică: ele se disting sub forma unor colonii albe, respectiv roşii. Echipa lui Lenski a găsit utilă această distincţie coloristică pentru scopuri care ţineau de etichetare, iar ei au anticipat această utilitate aranjând ca şase dintre cele douăsprezece seminţii de bacterii să fie Ara+, şi celelalte şase, Ara–. Pentru a da un exemplu privind felul în care a fost exploatată codificarea pe culori a bacteriilor, ei au folosit-o pentru verificarea procedurilor de laborator. Când îndeplineau ritualul zilnic de infectare cu bacterii a unui recipient nou, aveau grijă să manevreze alternativ recipiente Ara+ şi Ara–. Astfel, dacă se întâmpla să greşească – dacă stropeau vreo pipetă de transfer cu lichid sau ceva de acest gen –, eroarea urma să apară ulterior, când supuneau eşantioanele testului de roşu sau alb. Ingenios,

1. Nu e o metaforă gratuită, pentru că inelele de zână ale ciupercilor ajung la forma circulară din exact acelaşi motiv. (*N. a.*) [„Inelele de zână“ sunt formate din ciuperci care cresc natural în formă de cerc.]

nu-i aşa? Şi scrupulos. Adevăraţii oameni de ştiinţă trebuie să posede ambele calităţi.

Dar să uităm deocamdată de Ara+ şi Ara–. În toate celelalte privinţe, populaţiile fondatoare ale celor douăsprezece seminţii au pornit la drum identice. Alte diferenţe între Ara+ şi Ara– n-au fost detectate, aşa încât ele pot fi considerate markeri de culoare şi atât, la fel cum ornitologii prind inele colorate de picioarele păsărilor.

Prin urmare, avem cele douăsprezece seminţii de bacterii înaintând prin echivalentul superaccelerat al timpului geologic, în paralel, în aceleaşi condiţii repetate de înflorire şi stagnare. Întrebarea era: aveau să rămână la fel ca strămoşii lor? Sau urmau să evolueze? Iar, dacă evoluau, cele douăsprezece seminţii vor evolua la fel, sau divergent?

Supa conţinea glucoză, aşa cum am spus. Nu era singura sursă de hrană, dar era o resursă limitată. Asta înseamnă că epuizarea glucozei constituia factorul-cheie care influenţa dimensiunile populaţiilor zilnic, în fiecare recipient, cel care le făcea să se oprească din creştere şi să atingă platoul. Dacă echipa de cercetători ar fi pus mai multă glucoză în raţiile zilnice din recipiente, platoul la care ar fi ajuns populaţiile la sfârşitul zilei s-ar fi situat la un nivel mai înalt. Sau, dacă ar fi adăugat o doză suplimentară de glucoză după atingerea platoului, ar fi asistat la un al doilea salt al populaţiei, până la un nou platou.

În aceste condiţii, din perspectivă darwinistă, era de aşteptat ca, dacă se ivea o mutaţie care să ajute o bacterie să utilizeze mai eficient glucoza, selecţia naturală s-o favorizeze şi s-o răspândească prin tot recipientul, indivizii mutanţi copleşindu-i numeric pe nemutanţi. Tipul mutant urma să infecteze disproporţionat următorul recipient şi tot aşa, pentru ca în scurt timp să deţină monopolul asupra întregii seminţii. Ei bine, exact asta s-a întâmplat în toate cele douăsprezece seminţii. În toate cele douăsprezece linii evolutive, generaţiile noi îşi depăşeau strămoşii: se pricepeau mai bine să exploateze glucoza ca sursă

de hrană. Interesant e însă că se perfecționau pe căi diferite – diferitele seminții dezvoltau diferite seturi de mutații.

De unde știau asta cercetătorii? Ei luau eșantioane din liniile evolutive și le comparau „aptitudinile“ cu cele ale „fosilelor“ populației fondatoare. „Fosilele“, să nu uităm, erau eșantioane de bacterii congelate, care, odată decongelate, își continuau normal viața și reproducerea. Cum au comparat Lenski și colegii săi „aptitudinile“? Cum au comparat bacteriile „moderne“ cu strămoșii lor „fosili“? Cu multă ingeniozitate. Au cules un eșantion din populația presupus evoluată și l-au pus într-un recipient de sticlă curat. În același recipient au pus și un eșantion de aceleași dimensiuni din populația ancestrală decongelată. Se înțelege de la sine că aceste recipiente cu populații amestecate n-au mai intrat în contact cu descendenții celor douăsprezece seminții din experimentul evolutiv pe termen lung. Acest experiment secundar a fost efectuat cu eșantioane care n-au mai jucat nici un rol în cel principal.

Avem deci un nou recipient conținând două linii aflate în competiție, una de bacterii „moderne“, alta de „fosile vii“, și vrem să știm care din ele o copleșește pe cealaltă. Dar ele sunt amestecate, și atunci ce-i de făcut? Cum deosebești cele două linii când sunt amestecate în același „recipient de competiție“? Cu ingeniozitate, așa cum spuneam. Să ne amintim de codificarea coloristică – bacterii „roșii“ (Ara–), respectiv „albe“ (Ara+). Cum procedezi dacă vrei să compari, de pildă, aptitudinile Seminției 5 cu ale populației fosile ancestrale? Să presupunem că Semința 5 este de tipul Ara+. Foarte simplu: te asiguri că „strămoșii fosili“ cu care compari Semința 5 sunt de tipul Ara–. Iar dacă se întâmplă ca Semința 6 să fie de tipul Ara–, atunci „fosilele“ pe care trebuie să le decongelezi și să le amesteci cu aceste bacterii vor fi toate de tipul Ara+. Genele Ara+ și Ara– în sine, așa cum știa foarte bine echipa lui Lenski din studii anterioare, nu influențau aptitudinile bacteriilor, astfel că puteau fi folosite ca markeri de culoare pentru a determina

aptitudinile competitive ale fiecărei seminții aflate în evoluție, folosind „strămoşi“ fosilizați ca termen de comparație. Nu rămânea decât de văzut câte dintre bacteriile care creşteau pe stratul de agar erau albe şi câte roşii.

La toate cele douăsprezece seminții, aptitudinile medii au sporit pe măsură ce generațiile se succedau cu miile. Toate liniile evolutive şi-au ameliorat capacitățile de supraviețuire în aceste condiții de limitare a glucozei. Îmbunătățirea aptitudinilor putea fi pusă pe seama câtorva modificări. Populațiile creşteau mai repede în recipientele succesive, la fel şi dimensiunea medie a bacteriilor în toate cele douăsprezece linii evolutive. Figura 14 prezintă dimensiunea medie a bacteriilor pentru una dintre seminții, dar acest caz e tipic. Curba interpolează matematic datele experimentale (punctele) – e cea mai bună interpolare pentru o hiperbolă[1]. Este oricând posibil ca o funcție matematică mai complicată să ofere o reprezentare mai fidelă a datelor, dar această hiperbolă e suficient de bună, aşa încât nu merită să căutăm una mai bună. Biologii interpolează deseori prin curbe datele din observații, dar n-au nevoie de interpolări atât de fine ca fizicienii. Datele noastre sunt de regulă împrăştiate. În biologie, spre deosebire de fizică, ne aşteptăm să obținem curbe netede doar dacă avem o mare cantitate de date obținute în condiții experimentale scrupulos controlate. Studiul lui Lenski e un caz remarcabil.

---

1. Să ne amintim de dreapta care e cea mai bună interpolare a datelor privind scăderea dimensiunilor fildeşilor de elefant între 1925 şi 1958. Am explicat metoda ca pe un echivalent al încercării de a găsi, dintre toate dreptele posibile, pe cea care minimizează suma pătratelor distanțelor dintre punctele graficului şi dreaptă. Procedeul nu se limitează însă la drepte, poți avea în vedere toate curbele de un anumit tip, iar hiperbola e una dintre ele. În acest caz, alegem dintre toate hiperbolele posibile pe cea care minimizează suma pătratelor distanțelor de la punctele experimentale la ea. Lenski a aplicat acest procedeu, obținând hiperbola care interpolează cel mai bine datele, cea din grafic. (*N. a.*)

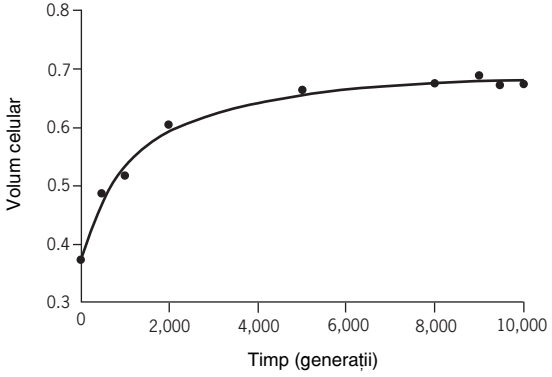


Fig. 14 – Experimentul lui Lenski: dimensiunea bacteriilor dintr-o seminție

Cea mai mare creştere a dimensiunilor a avut loc în primele vreo 2 000 de generații. Dar oare la toate cele douăsprezece seminții creşterea dimensiunilor a avut loc la fel, urmând aceeaşi cale genetică? Răspunsul este nu, şi e al doilea rezultat interesant. Figura 15 prezintă cele mai bune interpolări hiperbolice pentru toate cele douăsprezece seminții. După cum observați, curbele diverg. Par să se apropie de un platou, dar cel mai înalt dintre cele douăsprezece platouri e aproape de două ori mai înalt decât cel mai jos. Iar curbele au forme diferite: cea care atinge valoarea cea mai înaltă în jurul generației cu numărul

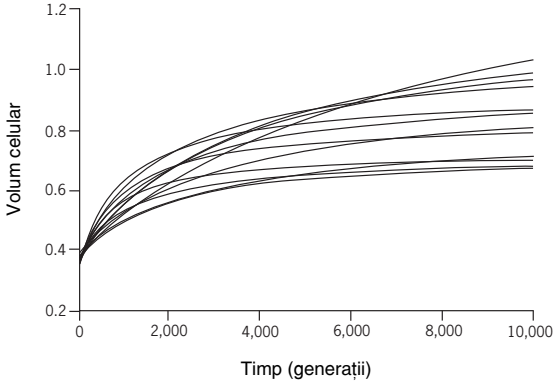


Fig. 15 – Experimentul lui Lenski: dimensiunile bacteriilor din cele douăsprezece seminții

10 000 creşte mai încet decât unele dintre celelalte, apoi le depăşeşte înaintea generației cu numărul 7 000. Nu trebuie confundate aceste platouri cu cele zilnice ale dimensiunilor populațiilor din fiecare recipient. Aici sunt curbe în timp evolutiv, măsurate în generații de recipiente, nu în timp bacterian individual, măsurat în ore, în interiorul unui singur recipient.

Această schimbare evolutivă sugerează că, dintr-un motiv sau altul, creşterea în dimensiuni a corpului e o idee bună atunci când lupți pentru supraviețuire în acest mediu alternativ bogat şi sărac în glucoză. Nu mă voi lansa în speculații privind motivul pentru care creşterea dimensiunilor ar fi un avantaj – există multe posibilități –, dar se pare că aşa stau lucrurile, de vreme ce cu toate cele douăsprezece seminții s-a întâmplat la fel. Există însă multe căi de a deveni mai mare – diferite seturi de mutații –, şi se pare că diferitele linii evolutive din experiment au descoperit diferite căi. Interesant. Dar poate şi mai interesant e faptul că uneori două seminții par să fi descoperit independent *aceeaşi* cale de creştere în dimensiuni. Lenski şi o altă echipă au studiat acest fenomen pe două dintre cele douăsprezece seminții, numite Ara+1 şi Ara–1, care păreau să fi urmat aceeaşi traiectorie evolutivă după 20 000 de generații, analizându-le ADN-ul. Rezultatul uimitor la care au ajuns a fost că 59 de gene îşi modificaseră nivelurile de exprimare în ambele seminții, iar *toate cele 59 se modificaseră în aceeaşi direcție*. Dacă n-ar exista selecția naturală, un asemenea paralelism obținut independent la 59 de gene ar sfida orice putere de înțelegere. Probabilitatea să se întâmple aşa ceva este infimă. Este exact genul de fenomen despre care creaționiştii spun că nu se poate petrece, pentru că li se pare prea improbabil ca să aibă loc din întâmplare. Ei bine, s-a petrecut. Iar explicația, desigur, este că *nu* a avut loc din întâmplare, ci pentru că selecția naturală cumulativă, treptată, pas cu pas, a favorizat aceleaşi schimbări benefice la cele două linii evolutive în mod independent.

Curbele netede din graficul creşterii în dimensiuni a celulelor pe măsura trecerii generaţiilor susţin ideea că ameliorarea e graduală. Dar n-o fi prea graduală? Nu e de aşteptat să vedem *paşi* în care populaţia „aşteaptă“ următoarea mutaţie benefică? Nu neapărat. Depinde de factori precum numărul mutaţiilor petrecute, efectul fiecărei mutaţii, variaţia dimensiunilor celulei provocată de alte influenţe decât ale genelor, ritmul de prelevare a eşantioanelor. Dacă ne uităm la graficul creşterii aptitudinilor, spre deosebire de cel al creşterii dimensiunilor, evoluţia pare să fie mai curând în trepte (figura 16). Când am vorbit despre hiperbolă, am spus că e posibil să găsim o funcţie matematică mai complicată care interpolează mai bine datele. Matematicienii o numesc „model“. Punctele pot fi interpolate cu un model hiperbolic, ca în paragraful de mai sus, dar interpolarea e şi mai bună cu un „model în trepte“, ca în figura 16. Interpolarea nu e la fel de bună ca aceea a dimensiunilor celulelor cu o hiperbolă – oricum, nu se poate demonstra că interpolarea e precisă pentru un model anume, şi nici nu se va putea realiza vreodată aşa ceva. Totuşi, datele sunt compatibile cu ideea că modificările evolutive pe care le observăm reprezintă o acumulare în trepte[1] a mutaţiilor.

---

1. Un model în trepte al evoluţiei este plauzibil în cazul unor fiinţe precum bacteriile care, în marea lor majoritate, nu se reproduc sexuat. În cazul animalelor care se reproduc numai sexuat, cum suntem şi noi înşine, schimbările evolutive nu „stau şi aşteaptă“, până are loc o mutaţie-cheie (iată o eroare obişnuită pe care o fac adversarii evoluţiei cu anumite pretenţii intelectuale). Populaţiile care se reproduc sexuat posedă un bagaj pregătit de variaţii genetice din care-şi pot alege. Deşi provocate iniţial de mutaţii din trecut, un mare număr de variaţii genetice sunt adesea prezente în bazinele genetice la un moment dat; ele au fost introduse de o mutaţie cu ceva timp în urmă şi intră acum în joc prin recombinările sexuale. Selecţia naturală acţionează deseori deplasând echilibrul variaţiilor existente, fără să aştepte să aibă loc mutaţii-cheie. La bacteriile care nu se reproduc sexuat, ideea de bazin genetic nu se aplică propriu-zis. Iată de ce putem spera să vedem trepte discrete, ceea ce nu e cu putinţă la populaţiile de păsări, mamifere sau peşti. (*N. a.*)

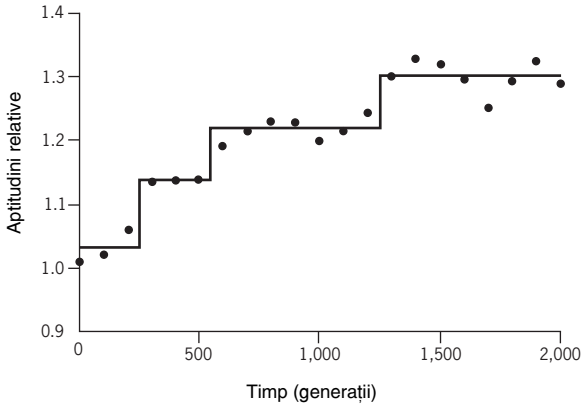


Fig. 16 – Experimentul lui Lenski: sporirea aptitudinilor

Am văzut până acum o frumoasă demonstrație a evoluției în acțiune – evoluția sub ochii noştri apărând din comparațiile între douăsprezece linii evolutive independente şi din compararea fiecărei linii cu „fosilele vii“ care vin – la propriu, nu doar la figurat – din trecut.

Suntem pregătiți acum să trecem la un rezultat încă şi mai interesant. Deocamdată am dat de înțeles că toate cele douăsprezece seminții şi-au îmbunătățit aptitudinile aproximativ pe aceleaşi căi, diferind doar detaliile – unele mai repede, altele mai încet. În experimentul pe termen lung, a apărut totuşi o excepție spectaculoasă. La scurt timp după generația 33 000, s-a întâmplat ceva remarcabil. Una dintre cele douăsprezece linii evolutive, cea numită Ara–3, a luat-o brusc razna. Să privim graficul din figura 17. Axa verticală, notată DO (densitate optică sau „nebulozitate“), reprezintă o măsură a dimensiunii populației dintr-un recipient. Lichidul devine cețos din cauza numărului bacteriilor; desimea norului poate fi măsurată, iar valoarea ei indică densitatea populației. Până pe la generația 33 000, densitatea medie a populației din seminția Ara–3 se menținea relativ constantă în jurul unei DO de 0,04, aproximativ aceeaşi pentru toate celelalte seminții. Apoi, imediat după generația 33 100, valoarea DO pentru seminția Ara–3 (şi numai pentru ea dintre cele

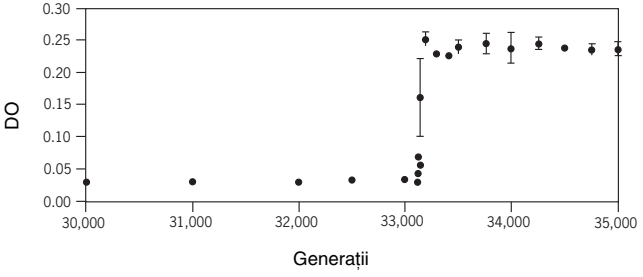


Fig. 17 – Experimentul lui Lenski: densitatea populației

douăsprezece) a crescut brusc cu un factor şase până la circa 0,25. Populațiile din recipientele succesive ale acestei seminții au prosperat. După numai câteva zile, platoul tipic la care recipientele acestei seminții s-au stabilizat reprezenta o valoare DO de circa şase ori mai mare decât în trecut şi decât cea la care se aflau în continuare celelalte unsprezece seminții. Acest platou mai înalt a fost atins apoi în toate generațiile următoare, dar numai pentru această seminție. Era ca şi cum o mare doză suplimentară de glucoză ar fi fost introdusă în toate recipientele seminției Ara–3, dar nu şi în celelalte, ceea ce nu se întâmplase. În toate recipientele se administra aceeaşi rație de glucoză.

Cum se explica fenomenul? Ce s-a petrecut dintr-odată cu semința Ara–3? Lenski şi doi dintre colegii săi au cercetat mai departe şi au reuşit să dezlege enigma – o poveste fascinantă. Am afirmat mai devreme că glucoza era o resursă limitată, iar un mutant care ar fi „descoperit“ o cale de a o utiliza mai eficient ar fi beneficiat de un avantaj evolutiv, ceea ce se întâmplase în toate cele douăsprezece seminții. Dar am afirmat şi că existau şi alți nutrienți în supa din recipiente – de pildă citrat (înrudit cu substanța care face ca lămâia să fie acră). Supa conținea din plin citrat, dar în mod normal *E. coli* nu face nimic cu citratul, cel puțin dacă există oxigen în apă, ca în cazul recipientelor lui Lenski. Dacă însă un mutant „descoperea“ o cale de a folosi citratul, atunci dădea peste o comoară. Exact asta s-a întâmplat cu Ara–3. Semința aceasta, şi numai ea, a căpătat brusc capa-

citatea de a se hrăni şi cu citrat, nu doar cu glucoză. Cantitatea de hrană disponibilă din fiecare recipient succesiv a crescut dintr-odată, iar la fel s-a întâmplat şi cu platoul la care se stabiliza populația.

După ce au descoperit ce se întâmpla cu seminția Ara–3, Lenski şi colegii săi şi-au pus o întrebare încă mai interesantă: această ameliorare bruscă a capacității de a extrage hrană se datora unei singure mutații spectaculoase, atât de rară încât o singură linie evolutivă din douăsprezece a avut norocul s-o sufere? Altfel spus, era vorba doar de o altă treaptă mutațională, ca acelea ce par să explice micile salturi din figura 16? Lui Lenski i s-a părut puțin probabil, iar asta dintr-un motiv interesant. Cunoscând ritmul mediu al mutațiilor pentru fiecare genă din genomul acestor bacterii, el a calculat că 30 000 de generații erau suficiente ca toate genele să fi suferit cel puțin o mutație la fiecare dintre cele douăsprezece linii evolutive. Nu raritatea mutației era deci cea care scotea în evidență Ara–3. Ea ar fi trebuit să fie „descoperită“ şi de alte seminții.

Teoretic, mai exista o posibilitate, extrem de ispititoare. Povestea se complică însă mult, aşa încât, dacă ați ajuns cu lectura până aici noaptea târziu, n-ar fi o idee rea s-o reluați mâine dimineață…

Dar dacă hocus-pocusul biochimic necesar ca bacteriile să se hrănească şi cu citrat presupune nu o singură mutație, ci două (sau trei)? Nu vorbim aici despre două mutații care se bazează una pe alta prin simpla adiționare. În acest caz era de-ajuns ca cele două mutații să apară într-o ordine oarecare. Fiecare din ele ar fi condus până la, să zicem, jumătatea drumului către scop şi ar fi oferit o capacitate de a extrage ceva hrană din citrat, dar nu atât de multă ca ambele mutații împreună. Ar fi cam ca în cazul mutațiilor care conduc la creşterea dimensiunilor corporale, despre care am vorbit deja. Asemenea împrejurare n-ar fi însă suficient de rară pentru a explica unicitatea seminției Ara–3. Nu, raritatea metabolismului bazat pe citrat sugerează că avem de-a face cu ceva în genul „complexității ireductibile“

din propaganda creaționistă. Ar putea fi o cale biochimică în care produsul unei reacții chimice intră într-o a doua reacție, iar *nici una din ele nu duce undeva fără cealaltă*. Aceasta ar presupune două mutații – să le botezăm A şi B – care să catalizeze cele două reacții. Ar fi nevoie deci de *ambele* mutații *înainte să apară vreo îmbunătățire*, ceea ce e suficient de improbabil pentru a explica de ce doar una dintre cele douăsprezece seminții a reuşit această performanță.

Dar toate acestea rămâneau ipoteze. Putea afla prin experimente grupul lui Lenski ce se întâmpla de fapt? Se putea măcar baza pe „fosilele“ congelate – o binecuvântare în acest studiu. Repet, ipoteza era că la un moment dat seminția Ara–3 a avut şansa să sufere mutația A, fără vreun efect observabil, pentru că lipsea mutația B. Mutația B e la fel de probabil să apară la oricare dintre cele douăsprezece seminții, fără vreun efect benefic dacă în prealabil n-a existat mutația A. S-a întâmplat ca doar seminția Ara–3 să fie pregătită.

Lenski şi-ar fi putut formula ipoteza ca pe o predicție testabilă – şi e interesant s-o formulezi astfel, pentru că e într-adevăr o predicție, deşi într-un fel se leagă de trecut. Iată cum aş fi formulat eu predicția, dacă aş fi fost în locul lui Lenski:

Voi decongela fosile din seminția Ara–3, datând din diferite momente strategic alese din trecut. Fiecăreia dintre aceste „clone Lazarus“[1] i se va permite să evolueze în continuare, într-un regim similar celui din experimentul evolutiv principal, de care va fi, desigur, complet izolată. Iar acum predicția mea: unele dintre aceste clone Lazarus vor „descoperi“ ce pot face cu citratul, dar *numai dacă* vor fi decongelate din registrul fosil *după* o anumită generație, după un punct critic din experimentul evolutiv inițial. Deocamdată nu ştim care e acea generație magică, dar o vom identifica drept momentul în care, potrivit ipotezei noastre, mutația A a apărut în cadrul seminției.

---

1. Trimitere la personajul Lazarus Long dintr-o suită de romane SF de Robert A. Heinlein, care se naşte în 1912, fiind a treia generație dintr-un experiment de creştere selectivă. El ajunge să trăiască două mii de ani, cu ajutorul unor tratamente de întinerire. (*N. t.*)

Tocmai asta a descoperit Zachary Blount, un student de-al lui Lenski, efectuând un set epuizant de experimente cu circa 40 de bilioane de celule *E. coli* din mai multe generații. Momentul magic s-a dovedit a fi aproximativ pe la generația 20 000. Clonele de Ara–3 de după generația 20 000 prezentau o probabilitate sporită ca *ulterior* să se poată hrăni cu citrat, ceea ce nici o clonă dinainte de generația 20 000 nu era în stare. Potrivit acestei ipoteze, după generația 20 000, clonele erau „pregătite“ să beneficieze de avantajul mutației B, oricând s-ar fi petrecut ea. Nu s-a înregistrat vreo modificare ulterioară a probabilității, nici într-o direcție, nici în cealaltă, odată ce „ziua învierii“ fosilelor a survenit după data magică a generației 20 000: indiferent din care generație de după cea cu numărul 20 000 a mai prelevat Blount eşantioane, probabilitatea crescută ca acele fosile decongelate să poată dezvolta capacitatea de a se hrăni cu citrat era aceeaşi; în schimb, acest lucru nu apărea deloc la fosilele decongelate dinaintea generației 20 000. Înainte de generația 20 000, seminția Ara–3 era la fel ca toate celelalte seminții, membrii săi nu prezentau mutația A. După generația 20 000, seminția Ara–3 a devenit „pregătită“. Doar membrii ei au putut beneficia de mutația B când aceasta a apărut – după cum probabil a apărut şi la alte seminții, dar fără efect. Există momente de mare bucurie în cercetarea ştiințifică, iar acesta a fost indiscutabil unul dintre ele.

Studiul lui Lenski a pus în evidență, la nivel microscopic şi în laborator – într-un ritm puternic accelerat, aşa încât să putem vedea cu ochii noştri –, multe componente esențiale ale evoluției prin selecție naturală: mutații aleatorii urmate de o selecție naturală nealeatorie; adaptarea la acelaşi mediu pe căi diferite şi în mod independent; felul în care mutațiile succesive se alătură celor precedente pentru a produce schimbări evolutive; felul în care unele gene se bazează pe prezența altor gene pentru a-şi manifesta efectele. Iar toate acestea s-au petrecut

într-o minusculă fracțiune din timpul în care se desfăşoară în mod normal evoluția.

Există şi o urmare comică la această mare izbândă ştiințifică. Creaționiştii o detestă. Nu numai că pune în evidență evoluția în acțiune şi pătrunderea noii informații în genom fără intervenția unui proiectant, ceea ce li s-a spus că e imposibil („li s-a spus", fiindcă majoritatea nu înțeleg ce înseamnă „informație"), nu numai că demonstrează capacitatea selecției naturale de a alătura combinații de gene care, conform calculelor naive îndrăgite de creaționişti, ar trebui să fie practic imposibile, dar subminează însăşi dogma lor centrală: „complexitatea ireductibilă". Nu e deci de mirare că studiul lui Lenski i-a deconcertat şi s-au apucat să caute erori în el.

Andrew Schlafly, editorul creaționist al site-ului „Conservapedia", imitația derutantă a Wikipediei, i-a scris doctorului Lenski cerându-i acces la datele sale originare, dând să se înțeleagă că veridicitatea lor e îndoielnică. Lenski nu avea obligația să-i răspundă la o asemenea insinuare, dar el i le-a pus la dispoziție politicos, sugerându-i să facă efortul de a-i citi articolul înainte de a-l critica. Lenski i-a spus lui Schlafly şi că datele lui cele mai bune erau depozitate sub forma unor culturi de bacterii congelate, iar în principiu oricine putea să-i verifice concluziile. Era gata să trimită eşantioane oricărui bacteriolog calificat să le manipuleze, şi a subliniat că, dacă ajungeau în mâinile cuiva necalificat, puteau deveni periculoase. Lenski a enumerat calificările necesare necruțător de amănunțit, ştiind bine că Schlafly – *avocat*, nicidecum om de ştiință! – nu era în stare nici măcar să-i silabisească articolul, darmite să efectueze procedurile de laborator ca un bacteriolog competent şi să verifice analizele statistice ale rezultatelor. Celebrul savant şi blogger P.Z. Myers[1] a rezumat întreaga poveste într-un pasaj care începea astfel: „Richard Lenski le-a replicat încă o dată

1. Vezi http://www.scienceblogs.com/pharyngula/2008/06/lenski_gives_conservapedia_ a_le.php. (*N. a.*)

gogomanilor şi tăntălăilor de la Conservapedia, şi, Dumnezeule mare, cum i-a mai surclasat!“

Experimentele lui Lenski, mai ales cu ajutorul ingenioasei tehnici a „fosilizării“, demonstrează puterea selecției naturale de a provoca schimbări evolutive sub ochii noştri, la o scară de timp accesibilă nouă. Dar bacteriile oferă şi alte exemple, chiar dacă nu atât de grăitoare. Multe tipuri de bacterii au dezvoltat rezistența la antibiotice în perioade spectaculos de scurte. La urma urmei, penicilina, primul antibiotic, a apărut prin eforturile eroice ale lui Florey şi Chain abia în timpul celui de-al Doilea Război Mondial. De atunci, noi şi noi antibiotice au fost frecvent introduse, iar bacteriile şi-au dezvoltat rezistența la aproape toate. Astăzi, cel mai înfricoşător exemplu este MRSA (*Staphylococcus aureus* rezistent la meticilină) care a transformat multe spitale în locuri primejdioase pentru vizitatori. Altă amenințare este *Clostridium difficile* (*C. diff.*). Şi în cazul acesta selecția naturală a favorizat tipurile rezistente la antibiotice, dar efectul este dublat de un altul: folosirea prelungită a antibioticelor ucide şi bacteriile „bune“ din intestine, nu doar pe cele nocive. Fiind rezistentă la majoritatea antibioticelor, *C. diff.* este mult ajutată de *absența* altor specii de bacterii cu care s-ar afla în mod normal în competiție – după principiul „duşmanul duşmanului meu mi-e prieten“.

Am fost vag iritat când, în sala de aşteptare a doctorului meu, am citit o broşură care mă avertiza în privința pericolului de a nu duce până la capăt un tratament cu antibiotice. Nu era nimic rău în acel avertisment, m-a îngrijorat însă motivul invocat. Broşura spunea că bacteriile sunt „deştepte“, ele „învață“ să facă față antibioticelor. Autorii se gândiseră probabil că fenomenul de rezistență la antibiotice ar fi mai uşor de înțeles dacă-l numeau învățare, şi nu selecție naturală. Dar să vorbeşti despre istețimea bacteriilor, despre cum învață ele, nu face decât să creeze confuzie şi, mai ales, nu-l ajută pe pacient să înțeleagă indicația de a lua pastilele până la capăt. Orice prost îşi dă seama

că e ridicol să spui că nişte bacterii sunt deştepte. Şi presupunând că ar exista bacterii deştepte, ar conta pentru ele dacă tu îţi duci sau nu tratamentul până la capăt? Dar când începi să gândeşti în termenii selecţiei naturale lucrurile se lămuresc.

Ca la orice otravă, efectul antibioticelor depinde de dozaj. O doză suficient de mare va ucide toate bacteriile. O doză suficient de mică nu va ucide nici una. O doză intermediară va ucide o parte din ele, nu pe toate. Dacă există în rândul lor o variaţie genetică aşa încât unele să fie mai afectate de antibiotic decât altele, doza intermediară va selecta genele care produc rezistenţă. Când doctorul îţi spune să duci tratamentul până la capăt, el urmăreşte să-ţi sporească şansele de a ucide *toate* bacteriile, ca să nu rămână în viaţă mutanţi rezistenţi sau semirezistenţi. Privind retrospectiv, putem spune că, dacă am fi cunoscut mai bine perspectiva darwinistă, am fi sesizat mai devreme pericolul selecţiei unor tipuri rezistente. Broşuri precum cea din sala de aşteptare a doctorului meu nu aduc nici un folos în direcţia asta – păcat că se pierde ocazia de a afla ceva despre miraculoasa putere a selecţiei naturale!

PEŞTII GUPPY

John Endler, colegul meu care s-a mutat recent din America de Nord la Universitatea din Exeter, mi-a povestit următoarea istorioară minunată, dar şi deprimantă. Zbura cu un avion în Statele Unite, iar pasagerul de lângă el căuta să-i facă puţină conversaţie întrebându-l cu ce se ocupă. Endler i-a răspuns că e profesor de biologie şi studiază populaţiile de peşti guppy din Trinidad. Celălalt se arăta tot mai interesat, şi i-a pus multe întrebări. Intrigat de eleganţa teoriei care părea să explice experimentele, l-a întrebat despre ce teorie era vorba şi cine o crease. Abia atunci Endler i-a trântit ceea ce pe bună dreptate bănuise că avea să cadă ca o bombă: „Teoria darwinistă a evoluţiei prin

selecție naturală!“ Întreaga atitudine a celui de lângă el s-a schimbat brusc. Omul s-a înroşit la față, a întors capul, a refuzat să mai scoată o vorbă şi a curmat abrupt o conversație care până atunci păruse amicală. Ba chiar mai mult decât amicală: John Endler mi-a scris că tipul îi pusese „câteva întrebări pertinente, arătându-mi că-mi urmărea plin de entuziasm şi de curiozitate raționamentul. E într-adevăr tragic“.

Experimentele pe care i le-a povestit John Endler (v. Endler, 1980, 1983, 1986) pasagerului obtuz sunt elegante şi simple, servind de minune la ilustrarea vitezei cu care poate acționa selecția naturală. Se cuvine să apelez aici la cercetările lui Endler, pentru că el este şi autorul *Selecției naturale în sălbăticie*, o carte fundamentală conținând exemple de asemenea studii şi explicații ale metodelor folosite.

Guppy sunt o familie comună de peşti de acvariu. La fel ca la fazanii cu care ne-am întâlnit în capitolul 3, masculii sunt mai viu colorați decât femelele, iar acvariştii i-au crescut selectiv aşa încât să capete un colorit şi mai viu. Endler a studiat speciile sălbatice de guppy (*Poecilia reticulata*) care trăiesc în râurile de munte din Trinidad-Tobago şi Venezuela. El a observat că existau deosebiri frapante între populațiile locale. La unele populații, masculii adulți erau colorați ca un curcubeu, în culori aproape la fel de vii ca aceia crescuți în acvarii. A presupus că strămoşii lor fuseseră aleşi de femelele guppy pentru coloritul viu, la fel cum fazanii masculi sunt aleşi de femele. În alte zone, masculii aveau culori mai terne, însă oricum mai vii decât femelele. La fel ca ele, deşi în mai mică măsură, masculii erau bine camuflați pe fondul pietrişului din albia râurilor în care trăiau. Prin comparații cantitative între mai multe zone din Venezuela şi Trinidad, Endler a arătat că în râurile unde masculii guppy erau mai tern colorați existau mai mulți prădători. În râurile unde prădătorii erau mai puțini, masculii guppy erau mai viu colorați, cu pete mai mari, mai strălucitoare şi mai numeroase: aici, masculii erau liberi să-şi etaleze coloritul atrăgător pentru femele. Presiunea exercitată de femele asupra masculilor

pentru a evolua către culori vii era prezentă la toate populațiile, indiferent dacă prădătorii acționau puternic sau slab în sens contrar. Evoluția găseşte de fiecare dată un compromis între presiunile selective. Interesant la guppy este că Endler a putut vedea cum variază compromisul de la râu la râu. El însă a făcut mai mult decât atât: a trecut la experimente.

Ce faci dacă vrei să demonstrezi experimental evoluția camuflajului? Animalele care se camuflează seamănă cu fundalul pe care sunt văzute. Ai putea efectua un experiment în care animalele să evolueze sub ochii tăi, adică să semene cu un fundal creat anume pentru ele? Sau, şi mai bine, cu două fundaluri separate, fiecare cu populația lui? Scopul este de a obține ceva în genul selecției celor două soiuri de porumb cu conținut mai mic sau mai mare de ulei, aşa cum am văzut în capitolul 3. În aceste experimente însă, selecția va fi făcută nu de oameni, ci de prădători şi de femelele guppy. Cele două linii evolutive experimentale se deosebesc numai prin fundalurile oferite de noi.

Luăm câteva animale dintr-o specie care se camuflează, eventual insecte, şi le introducem aleatoriu în diferite cuşti (sau incinte, sau bazine – orice se potriveşte) cu fundaluri în culori sau modele diferite. De exemplu, o jumătate din incinte pot avea un fundal verde ca pădurea, cealaltă jumătate unul de un maroniu-roşcat ca deşertul. Punem animalele în incintele lor verzi sau maronii, le lăsăm să trăiască şi să se înmulțească acolo atâtea generații câte ne permite timpul, apoi ne întoarcem să vedem dacă au evoluat pentru a semăna cu fundalurile lor. Desigur, te aştepți la acest rezultat numai dacă ai pus în incintă şi prădători. Să punem deci un cameleon. În *toate* incintele? Nu, bineînțeles că nu, doar e vorba de un experiment. Punem un prădător în jumătate din incintele verzi şi în jumătate din cele maronii. Experimentul e menit să testeze predicția că în incintele cu prădător insectele evoluează pentru a deveni fie verzi, fie maronii – pentru a semăna mai bine cu fundalul. Dar în incintele fără prădător e de aşteptat să evolueze pentru a se deosebi cât mai mult de fundal, aşa încât să fie remarcați de femele.

De mult îmi doresc să efectuez acest experiment cu drosofile (pentru că au un ciclu de reproducere scurt), dar, vai!, n-am reuşit. De aceea sunt încântat că John Endler a realizat chiar asta, nu cu insecte, ci cu guppy. Evident, el n-a folosit cameleoni pe post de prădători, ci un peşte numit „ciclid cu lance“ (*Crenicichla alta*), un prădător periculos pentru guppy în sălbăticie. Nici fundaluri verzi sau maronii n-a folosit, ci a ales ceva mai interesant. A observat că guppy îşi obțin camuflajul cu ajutorul petelor de culoare, adeseori destul de mari, ale căror modele seamănă cu albiile pline de pietriş ale râurilor în care trăiesc. Unele albii au un pietriş mai mare, altele mai fin, mai nisipos. Acestea sunt fundalurile pe care le-a folosit Endler, şi veți fi de acord că a căutat să obțină un camuflaj mai subtil şi mai interesant decât alternativa mea verde sau maroniu.

Endler a făcut rost de o seră mare, pentru a simula lumea tropicală a peştilor guppy, şi a plasat în ea zece bazine. A depus pietriş pe fundul tuturor bazinelor, dar în cinci dintre ele un pietriş mare, iar în celelalte cinci unul fin. Predicția este că, odată expuşi prezenței masive a prădătorilor, guppy din cele două tipuri de bazine vor evolua divergent, pentru a se potrivi cu fundalul lor. Acolo unde prădătorii sunt puțini sau lipsesc, predicția este că masculii vor tinde să devină mai vizibili, pentru a atrage femelele.

În loc să introducă prădători în jumătate din bazine, iar în cealaltă jumătate, nu, Endler a făcut iarăşi ceva subtil: a creat trei niveluri de pericol. În două bazine (unul cu pietriş mare, altul cu pietriş fin) nu a introdus nici un prădător, în patru bazine (două cu pietriş mare, două cu pietriş fin) a introdus temuții ciclizi cu lance, iar în ultimele patru, a introdus o altă specie de peşti, *Rivulus hartii*, care, în ciuda denumirii englezeşti, *killifish*[1], e relativ inofensivă pentru guppy. E un prădător „slab“, în timp ce ciclidul cu lance e un prădător „puternic“. Situația cu prădător „slab“ e o condiție de control mai bună decât cea în care nu există

1. Nu provine de la verbul *to kill* („a ucide“), ci de la un anume domn Kille. (*N. a.*)

deloc prădător. Endler a explicat că urmărea să simuleze două situații naturale, știind că nici un râu nu e total lipsit de prădători. Astfel, comparația dintre situația cu prădător „slab“ și cea cu prădător „puternic“ e mai naturală.

Guppy au fost deci plasați la întâmplare în zece bazine, dintre care cinci cu pietriș mare și cinci cu pietriș fin. Toate cele zece colonii de guppy au fost lăsate să crească și să se înmulțească liber timp de șase luni, fără prădători. Abia apoi a început experimentul propriu-zis. Endler a introdus câte un prădător „puternic“ în două dintre bazinele cu pietriș mare și în două dintre bazinele cu pietriș fin. A introdus și câte șase prădători „slabi“ (în loc de unul, ca să reproducă mai fidel densitățile relative dintre cele două tipuri de pești în sălbăticie) în alte două bazine cu pietriș mare și în alte două bazine cu pietriș fin. Ultimele două bazine au rămas ca până atunci, fără prădători.

După cinci luni de derulare a experimentului, Endler a făcut un recensământ al populațiilor de guppy din cele zece bazine și a numărat și măsurat petele de pe corpurile lor. După alte nouă luni, adică după un an și două luni de la începutul experimentului, a făcut un nou recensământ, numărând și măsurând iarăși petele. Care au fost rezultatele? Ei bine, au fost spectaculoase, chiar și după un timp atât de scurt. Endler a folosit diferite măsuri ale modelelor de pete, una dintre ele fiind „pete per pește“. Când guppy au fost puși la început în bazine, înainte să apară prădătorii, numărul petelor varia pe un spectru larg, pentru că peștii fuseseră colectați dintr-o mulțime de râuri unde numărul prădătorilor varia. În cele șase luni dinainte de apariția prădătorilor, numărul mediu de pete per pește a crescut rapid, probabil ca răspuns la selecția operată de femele. Apoi, când au fost introduși prădătorii, s-a produs o schimbare spectaculoasă. În cele patru bazine cu prădători periculoși numărul petelor a scăzut abrupt. Diferența era deja vizibilă la recensământul de la cinci luni, iar după alte nouă luni numărul petelor a scăzut și mai mult. În schimb, în cele două bazine fără prădători și în cele patru bazine cu prădători „slabi“, numărul petelor a

continuat să crească, atingând un platou la recensământul de la cinci luni şi rămânând sus şi la cel de la un an şi două luni. În privința numărului de pete, prădător „slab“ sau nici un prădător era cam totuna, dominantă fiind selecția sexuală a femelelor care preferă o mulțime de pete.

Concluzii interesante se pot trage nu doar din numărul petelor, dar şi din dimensiunea lor. În prezența prădătorilor, fie „puternici“, fie „slabi“, pietrişul mare încuraja pete relativ mari, în timp ce pietrişul fin favoriza pete relativ mici. E simplu de interpretat: dimensiunea petelor imită dimensiunea pietrelor. Fascinant însă e faptul că în bazinele unde nu existau prădători Endler a găsit exact opusul. Pietrişul fin favoriza pete mari la masculii guppy, iar pietrişul mare favoriza pete mici. Ei sunt mai vizibili, dacă *nu* imită pietrişul din fundal, ceea ce atrage femelele. Grozav, nu-i aşa?

Da, grozav. Dar asta se întâmpla în laborator. Putea obține Endler rezultate similare şi în sălbăticie? Ei bine, da. S-a dus la un râu în care trăiau ciclizi cu lance şi în care masculii guppy erau cu toții aproape inobservabili. A prins guppy de ambele sexe şi i-a mutat într-un afluent al aceluiaşi râu, unde nu trăia nici una din cele două specii, în schimb trăiau prădători „slabi“. I-a lăsat să-şi vadă de viață şi să se înmulțească, şi a plecat. După un an şi unsprezece luni s-a întors şi a reexaminat guppy pentru a vedea ce se întâmplase. Uimitor: după mai puțin de doi ani, masculii căpătaseră un colorit mai viu – împinşi fără îndoială de femele şi eliberați de prădătorii periculoşi.

Spre avantajul ei, ştiința e o activitate publică. Cercetătorii îşi publică metodele şi concluziile, ceea ce înseamnă că oricine, oriunde în lume, le poate relua munca. Dacă nu se obțin aceleaşi rezultate, vrem să ştim de ce. De regulă, ei nu se mulțumesc să repete munca altora, ci o extind, o duc mai departe. Studiul strălucit al lui John Endler asupra peştilor guppy se cerea continuat şi extins. Printre cei care l-au preluat se numără David Reznick de la Universitatea Statului California din Riverside (v. Reznick *et al.*, 1997).

La nouă ani după ce Endler a cules eşantioane din râu, Reznick şi colegii săi au vizitat acelaşi loc şi au cercetat descendenţii populaţiei experimentale a lui Endler. Masculii erau de-acum foarte viu coloraţi. Tendinţa determinată de femele continuase şi mai vârtos. Dar asta nu era tot. Vă amintiţi de vulpile argintii din capitolul 3 şi de felul în care selecţia artificială a unei trăsături (domesticirea) a atras după sine o serie întreagă de alte trăsături: modificări legate de sezonul de înmulţire, urechi, coadă, culoarea blănii etc. Ei bine, sub influenţa selecţiei naturale, ceva similar s-a întâmplat şi cu guppy.

Reznick şi Endler observaseră deja că, la compararea peştilor guppy din râurile infestate cu prădători şi a celor din râuri unde nu există decât prădători „slabi", diferenţele de culoare nu sunt decât vârful aisbergului. Există o mulţime de alte diferenţe. Guppy din râurile cu prădători „slabi" ajung la maturitate sexuală mai târziu decât cei din râurile cu prădători „puternici" şi sunt mai mari la vârstă adultă; produc progenituri cu o frecvenţă mai scăzută, iar acestea sunt mai puţin numeroase şi de dimensiuni mai mari. Când a examinat descendenţii peştilor guppy ai lui Endler, Reznick a obţinut rezultate care aproape că păreau prea frumoase pentru a fi adevărate. Cei care fuseseră eliberaţi pentru a se supune selecţiei sexuale dictate de femele, iar nu selecţiei dictate de prădător, în supravieţuirea individuală, nu numai că deveniseră mai viu coloraţi, dar suferiseră şi alte schimbări prin care se apropiau de peştii din populaţiile sălbatice lipsite de prădători. Se maturizau la o vârstă mai târzie decât cei din râurile infestate cu prădători, erau mai mari şi aveau progenituri mai puţine şi mai mari. Balanţa se înclinase către norma bazinelor fără prădători, unde atractivitatea sexuală e prioritară. Şi totul s-a petrecut cu o viteză ameţitoare, după standardele evoluţiei. Vom vedea mai târziu că schimbările evolutive observate de Endler şi Reznick, determinate strict de selecţia naturală (incluzând aici şi selecţia sexuală), s-au manifestat cu o viteză comparabilă cu cea obţinută prin selecţia artificială a animalelor domestice. Este un exemplu spectaculos de evoluţie desfăşurată sub ochii noştri.

Unul dintre lucrurile surprinzătoare legate de evoluție este că poate fi foarte rapidă – așa cum am văzut în acest capitol –, dar și, în alte condiții, foarte lentă, după cum știm din registrul fosil. Cea mai lentă e în cazul „fosilelor vii", care nu sunt propriu-zis readuse la viață ca bacteriile congelate ale lui Lenski, ci sunt ființe care s-au schimbat atât de puțin față de strămoșii lor îndepărtați, încât e ca și cum ar fi fosile.

Fosila mea vie preferată este brahiopodul *Lingula*. Nu vă bateți capul să aflați ce este un brahiopod. Ar fi fost, mai mult ca sigur, vedeta meniului, dacă restaurantele cu fructe de mare ar fi apărut înaintea marii extincții din permian, cu 250 de milioane de ani în urmă – cea mai catastrofală extincție din toate timpurile. La o privire superficială, poate fi confundat cu moluștele bivalve, cum sunt midiile și rudele lor, dar se deosebește mult de ele. *Lingula* are cele două jumătăți ale cochiliei sus și jos, pe când la midii sunt amplasate la dreapta și la stânga. În istoria evoluției, moluștele bivalve și brahiopodele au fost, cum inspirat a spus Stephen Jay Gould, ca niște corăbii care se pierd în noapte. Puține brahiopode au supraviețuit „Morții celei mari" (iarăși îl citez pe Gould), iar *Lingula* modernă e atât de asemănătoare fosilei din dreapta, *Lingulella*, încât fosilei i s-a dat inițial aceeași denumire generică, *Lingula*. Specimenul de *Lingulella* ilustrat datează din ordovician, din urmă cu 450 de milioane de ani. Dar există fosile, inițial denumite tot *Lingula*, iar acum redenumite *Lingulella*, care datează tocmai din era cambriană, de peste o jumătate de miliard de ani. Recunosc însă că o cochilie fosilizată nu reprezintă cine știe ce material de studiu și că unii zoologi[1] încă mai discută dacă *Lingula* poate trece drept o „fosilă vie" complet neschimbată.

---

1. Vezi, de exemplu, Christian C. Emig, „Proof that *Lingula* (*Brachiopoda*) is not a living-fossil, and emended diagnoses of the family *Lingulidae*" („Dovadă că *Lingula* [*Brachiopoda*] nu este o fosilă vie și evaluări îmbunătățite ale familiei *Lingulidae*"), în *Carnets de Géologie*, scrisoarea 2003/01 (2003). (*N. a.*)

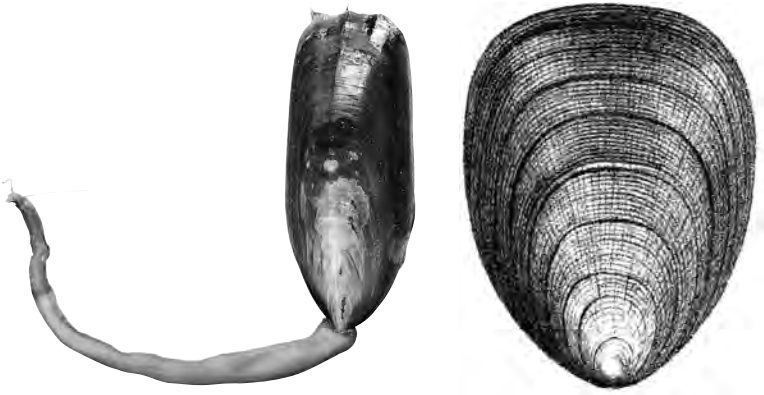


Fig. 18 – *Lingula* (stânga) și *Lingulella* (dreapta; rudele ei moderne sunt aproape identice)

Multe dintre problemele de care ne lovim în argumentarea evoluției sunt generate de felul nonşalant în care animalele evoluează în ritmuri diferite, dacă nu cumva preferă să nu evolueze deloc. Dacă ar exista o lege a naturii care să spună că modificările evolutive trebuie să fie cantitativ proporționale cu timpul scurs, gradul de asemănare ar reflecta fidel gradul de înrudire. În lumea reală însă trebuie să ne mulțumim cu sprinteri la scara evoluției, precum păsările, care şi-au abandonat originile reptiliene în praful mezozoicului – ajutate, ce-i drept, în percepția noastră asupra unicității lor, de întâmplarea că vecinii lor pe scara evolutivă au fost uciși brusc de o catastrofă picată din cer. La celălalt capăt al spectrului trebuie să ne mulțumim cu „fosile vii“ precum *Lingula*, care, în cazuri extreme, s-au schimbat atât de puțin, încât s-ar putea împerechea cu strămoşii lor îndepărtați, presupunând că o maşină a timpului specializată în codoşlâcuri le-ar organiza o întâlnire amoroasă.

Lingula nu e singurul exemplu celebru de „fosilă vie“. Altele ar fi *Limulus*, crabul-potcoavă, şi cœlacanții, cu care ne vom întâlni în capitolul următor.

6

„Veriga lipsă“? Cum adică lipsește?[1]

Creaționiștii sunt profund înamorați de registrul fosil, pentru că au fost învățați (s-au învățat unii pe alții) să repete iar şi iar, ca pe o mantră, că e plin de „goluri“: „Arătați-ne «intermediarii» voştri!“ Îşi imaginează cu mare bucurie (simt efectiv bucuria) că asemenea „goluri“ îi stânjenesc pe evoluționiști. Adevărul este că suntem norocoşi că avem fie şi o singură fosilă, darmite cantitățile masive cu care în prezent putem documenta istoria evoluției – dintre care multe, oricum le-am număra, constituie nişte minunați „intermediari“. În capitolele 9 şi 10 voi arăta că nu avem nevoie de fosile pentru a demonstra că evoluția e o realitate. Dovezile în favoarea ei ar fi la fel de convingătoare şi dacă nici măcar un singur cadavru nu s-ar fi fosilizat vreodată. E un supliment faptul că există fosile şi că în fiecare zi apar altele. Dovezile fosile ale evoluției sunt foarte puternice pentru multe grupuri mari de animale, dar există, evident, goluri, iar creaționiştii le iubesc cu pasiune.

Să revenim la analogia cu detectivul care ajunge la locul unei crime petrecute fără martori oculari. Baronetul a fost împuşcat. Amprente digitale, urme de paşi, ADN de la un strop de sudoare de pe revolver, plus un mobil al crimei convingător – toate îl

---

1. Vezi http://www.talkorigins.org/faqs/faq-transitional/part2c.html#arti; http://www.web.archive.org/web/19990203140657/gly.fsu.edu/.tour/article_7.html. (*N. a.*)

acuză pe valet. Pare un caz limpede ca lumina zilei, iar juriul şi toţi cei prezenţi în sala de judecată sunt convinşi că valetul e autorul crimei. Dar, în ultima clipă, înainte ca juriul să se retragă pentru deliberări ca să dea verdictul „vinovat“, care părea inevitabil, se descoperă o probă nouă: cineva îşi aminteşte că baronetul instalase camere de supraveghere împotriva hoţilor. Publicul tribunalului urmăreşte înregistrările cu sufletul la gură. Într-una dintre ele, se vede cum valetul trage un sertar din oficiul său, scoate un revolver, îl încarcă şi părăseşte încăperea furişându-se, având în priviri o strălucire diabolică. S-ar zice că asta îl incriminează şi mai mult pe valet. Atenţie însă la ce urmează. Avocatul valetului subliniază că nu există camere video în bibliotecă, unde s-a petrecut crima, şi nici pe coridor. El scutură degetul arătător în maniera tipic avocăţească: „Există un *gol* în înregistrarea video! Nu ştim ce s-a întâmplat după ce valetul a ieşit din oficiu. E limpede că nu sunt probe suficiente pentru condamnarea clientului meu.“

Degeaba se străduieşte procurorul să arate că a existat o a doua cameră în sala de biliard, pe care s-a putut vedea prin uşa deschisă cum valetul, cu revolverul în mână, se strecura pe vârfuri către bibliotecă. Nu umple asta golul din înregistrarea video? Nu e o probă zdrobitoare? Ei bine, nu. Cu un aer triumfător, avocatul apărării îşi aruncă asul din mânecă: „Nu ştim ce s-a întâmplat, nici înainte, nici după ce valetul a trecut prin faţa uşii deschise a sălii de biliard. Acum există *două* goluri în această înregistrare video. Doamnelor şi domnilor juraţi, mi-am încheiat pledoaria. Există acum încă mai puţine probe împotriva clientului meu decât înainte.“

Precum camera video din povestea poliţistă, registrul fosil reprezintă un *supliment* nesperat. Existau deja mai mult decât suficiente probe pentru a-l condamna pe valet şi fără camerele video, iar juriul era pe cale să pronunţe verdictul „vinovat“ înainte ca ele să intre în ecuaţie. În mod asemănător, există mai mult decât suficiente probe în favoarea evoluţiei provenite din studiul

comparativ al speciilor moderne (capitolul 10) şi din distribuția lor geografică (capitolul 9). Nu avem *nevoie* de fosile – evoluția reiese limpede ca lumina zilei şi fără ele –, aşa încât e absurd să foloseşti *golurile* din registrul fosil ca dovezi împotriva evoluției. Cum spuneam, suntem norocoşi că avem fie şi o singură fosilă.

O dovadă *împotriva* evoluției, şi încă una foarte solidă, ar fi să se descopere măcar o singură fosilă în stratul geologic nepotrivit, după cum am arătat în capitolul 4. Este celebră replica lui J.B.S. Haldane când i s-a cerut să dea un exemplu de observație care ar infirma teoria evoluției: „Fosile de iepure în precambrian!“ Dar nu s-au găsit nici iepuri, nici alte fosile anacronice. Toate fosilele pe care le avem – şi sunt într-adevăr foarte, foarte multe – apar fără excepție în succesiunea temporală corectă. Există goluri unde nu avem deloc fosile, ceea ce era de aşteptat, însă nici măcar o singură fosilă nu a fost descoperită într-un strat *dinaintea* celui în care ar fi putut evolua. Este un fapt grăitor (şi nu avem motive să ne aşteptăm la aşa ceva în teoria creaționistă). După cum menționam în capitolul 4, o teorie bună, o teorie ştiințifică e vulnerabilă la infirmări, dar n-a fost infirmată. Evoluția ar putea fi lesne infirmată dacă s-ar găsi o singură fosilă anacronică, dar a trecut testul cu brio. Adversarii evoluției ar trebui să scormonească printre pietre în căutarea unei fosile anacronice. Poate vor găsi una. Punem pariu?

Golul cel mai mare, cel mai îndrăgit de creaționişti, este acela care a precedat aşa-numita „explozie din cambrian“. În urmă cu peste o jumătate de miliard de ani, în era cambriană, majoritatea încrengăturilor de animale – principalele diviziuni ale regnului animal – apar brusc în registrul fosil. „Brusc“ înseamnă că nu se cunosc fosile ale acestor grupe de animale în roci dinainte de cambrian, iar nu „instantaneu“: perioada despre care vorbim acoperă vreo douăzeci de milioane de ani. Douăzeci de milioane de ani pare puțin când ne situăm cu o jumătate de miliard de ani în urmă, dar, evident, reprezintă pentru evoluție

exact acelaşi interval cât ar reprezenta şi astăzi. Oricum, totul s-a petrecut destul de rapid şi, aşa cum scriam într-o carte mai veche, găsim în cambrian nu puține încrengături majore care „se află într-un stadiu avansat al evoluției încă de la apariție. Este ca şi cum ar fi fost plantate acolo recent, fără vreo istorie evolutivă. Inutil să spun că această aparență de plantare bruscă i-a încântat pe creaționişti“. (Dawkins, 1986, p. 229)

Această din urmă frază arată că am intuit corect slăbiciunea creaționiştilor pentru explozia din cambrian. Nu mi-am dat totuşi seama că ei aveau să-mi citeze jubilând cuvintele pentru a mă combate, dar omițând cu grijă explicațiile mele. M-am amuzat să caut pe Internet fraza „Este ca şi cum ar fi fost plantate acolo recent, fără vreo istorie evolutivă“ – şi am descoperit 1 250 de intrări. Ca să testez ipoteza că marea majoritate a intrărilor erau un minerit după citate al creaționiştilor, am căutat fraza următoare celei de mai sus din *Ceasornicarul orb*: „Evoluționiştii de toate orientările cred însă că acesta nu e decât un foarte mare gol în registrul fosil.“ Am obținut doar 63 de intrări, față de cele 1 250 pentru fraza dinainte. 1 250 este mai mare decât 63 de 19,8 ori. Am putea numi acest raport Indicele Mineritului după Citate.

M-am aplecat mai mult asupra exploziei din cambrian în *Destrămarea curcubeului*. Aici voi adăuga doar o singură idee, ilustrată de viermii plați, aşa-numiții *Platyhelminthes*. Această mare încrengătură de viermi include paraziți precum viermii de gălbează şi teniile, de mare interes pentru medicină. Preferații mei sunt însă viermii lați neparazitici, care numără peste patru mii de specii, aproape cât toate speciile de mamifere la un loc. Unii dintre aceste turbelariate sunt ființe de o mare frumusețe, precum cei doi din figura 19. Sunt şi foarte răspândiți, atât în apă, cât şi pe uscat, şi probabil că aşa au fost de multă vreme. Ar fi deci de aşteptat să vedem o bogată istorie fosilă, dar nu găsim aproape nimic. În afară de câteva urme fosile ambigue, n-a fost descoperită nici o singură fosilă de vierme

plat. Despre *Platyhelminthes* am putea spune că „se află într-un stadiu avansat al evoluției încă de la apariție. Este ca și cum ar fi fost plantați acolo recent, fără vreo istorie evolutivă“. Dar „încă de la apariție“ ar însemna nu cambrian, ci ziua de azi. Înțelegeți ce înseamnă asta sau, cel puțin, ce-ar trebui să însemne pentru creaționiști? Ei cred că viermii plați au fost creați în aceeași săptămână ca toate celelalte ființe. Ar fi avut deci exact la fel de mult timp să se fosilizeze ca toate celelalte animale. De-a lungul secolelor în care animalele cu schelete osoase ori cochilii lăsau în urmă fosile cu miile, viermii plați și-au văzut de viața lor fără să lase în roci vreo urmă semnificativă a trecerii lor. Și atunci, mă rog, ce mare lucru sunt golurile din registrul fosil al animalelor care se fosilizează, dacă ditamai istoria viermilor plați nu a lăsat decât *un mare gol*, deși, conform creaționiștilor, ei au trăit la fel de mult timp? Dacă golul dinaintea exploziei din cambrian e folosit ca dovadă că majoritatea animalelor au apărut brusc pe lume în cambrian, aceeași „logică“ ne-ar spune că viermii lați au apărut brusc pe lume ieri. Însă asta contrazice ideea creaționiștilor că viermii lați au fost creați în aceeași săptămână cu toate celelalte ființe. Iată argumentul care anulează dintr-o singură lovitură pledoaria creaționiștilor cum că golul din precambrian subminează evoluția.

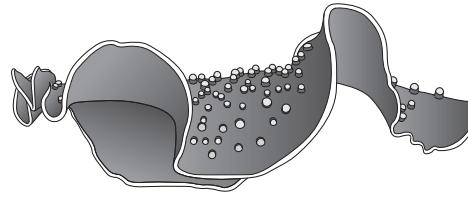
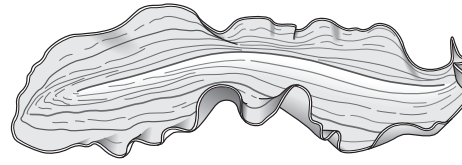


Fig. 19 – Viermi lați (Turbelariate) – nu apar în registrul fosil, dar trebuie să fi fost prezenți tot timpul.



Din perspectivă evoluționistă, de ce sunt atât de puține fosilele dinaintea erei cambriene? Indiferent de factorii care au influențat evoluția viermilor lați de-a lungul erelor geologice,

aceiaşi factori au influenţat pesemne evoluţia întregului regn animal înainte de cambrian. Majoritatea animalelor dinainte de cambrian aveau probabil trupuri moi, ca viermii laţi moderni, şi relativ mici, ca turbelariatele moderne, adică nu constituiau un material bun pentru fosilizare. Pe urmă, cu vreo jumătate de miliard de ani în urmă, s-a întâmplat ceva care le-a permis animalelor să se fosilizeze – de pildă, apariţia scheletelor dure, mineralizate.

Un nume mai vechi al „golului din registrul fosil“ e „veriga lipsă“. Această expresie a fost în mare vogă la sfârşitul epocii victoriene, şi a supravieţuit şi în secolul XX. Inspirată dintr-o neînţelegere a teoriei darwiniste, ea avea o conotaţie jignitoare, cam la fel cum folosim azi în limbajul colocvial (şi nejustificat) cuvântul *neanderthalian*. Pe lista de citate reprezentative a *Dicţionarului Oxford al limbii engleze* figurează unul din 1930 în care D.H. Lawrence povestea că o femeie îi scrisese ca să-i spună că numele lui „pute“, adăugând: „eşti un amestec de verigă-lipsă şi cimpanzeu“.

Înţelesul originar (unul fals, după cum voi arăta) presupunea că teoriei darwiniste îi lipsea o legătură vitală între oameni şi celelalte primate. Un alt citat reprezentativ din acelaşi dicţionar, de astă dată din epoca victoriană, suna aşa: „Am auzit io vorbindu-se de nu-ş’ ce verigă lipsă între oameni şi maimuţoi.“* Şi în ziua de azi negaţioniştilor istoriei le place să spună pe un ton care li se pare sarcastic: „Da’ veriga lipsă tot n-aţi găsit-o“ – şi-ţi mai pomenesc şi de aşa-numitul om din Piltdown.** Nu se ştie cine a avut ideea păcălelii cu acest om din Piltdown,

---

* În original, *puggies*, termen dialectal scoţian care desemnează maimuţele. (*N. t.*)

** Nume dat unor bucăţi de oase prezentate în 1912 drept rămăşiţele fosilizate ale unui hominid timpuriu, descoperite la Piltdown, în Anglia, şi denumite ştiinţific *Eoanthropus dawsoni* („Omul străvechi al lui Dawson“). În 1953, s-a demonstrat că era vorba de maxilarul inferior al unui urangutan, combinat cu craniul unui om modern adult. (*N. t.*)

cert e că ar trebui tras la răspundere.[1] Faptul că unul dintre primii candidați la statutul de fosilă a omului-maimuță s-a dovedit a fi o cacealma le-a oferit negaționiștilor istoriei scuza de a ignora mulțimea de fosile care nu sunt false; nici până în ziua de astăzi n-au încetat să croncănească pe această temă. Dacă ar binevoi să privească faptele, ar descoperi de îndată că avem astăzi un fond bogat de fosile care fac legătura între oamenii moderni şi strămoşul comun al acestora cu cimpanzeii. De partea umană a liniei de demarcație, trebuie precizat. Interesant este că nu s-au găsit deocamdată fosile care să lege acel strămoş (care nu era cimpanzeu, dar nici om) de cimpanzeii moderni. Explicația ar putea fi aceea că pădurile în care trăiesc cimpanzeii nu oferă condiții prielnice fosilizării. Cimpanzeii, şi nu oamenii, ar avea deci dreptul să se plângă de absența verigilor lipsă!

Iată unul dintre înțelesurile „verigii lipsă“. E vorba de presupusul gol dintre oameni şi restul regnului animal. În acest sens, se poate spune că „veriga lipsă“ nu mai lipseşte. Voi reveni la subiectul acesta în capitolul următor, unde va fi vorba despre fosilele umane.

Un alt sens al expresiei se leagă presupusa penurie de „forme de tranziție“ între grupele mari de animale: între reptile şi păsări, de exemplu, sau între peşti şi amfibieni. „Veniți cu intermediari!“ Evoluționiştii răspund adesea la provocarea negaționiştilor istoriei aruncându-le în față oasele de *Archaeopteryx*, celebrul „intermediar“ între „reptile“ şi păsări. Voi arăta însă că e o greşeală. *Archaeopteryxul* nu e un răspuns la provocare, pentru că nu

1. În general e bănuit paleontologul amator Charles Dawson, dar Stephen Jay Gould a avansat o altă ipoteză, şi anume că ar fi fost vorba de Pierre Teilhard de Chardin. Poate că ați mai auzit numele lui Teilhard – este teologul iezuit a cărui carte *Fenomenul omului* avea să primească din partea lui Peter Medawar cea mai cumplită recenzie negativă din toate timpurile, reluată apoi în cartea *Arta solubilului* şi în *Republica lui Pluto*. (*N. a.*)

merită răspuns la ea. Să invoci o fosilă celebră cum e *Archaeopteryxul* înseamnă să stimulezi un raționament vicios. De fapt, foarte multe fosile sunt un intermediar între ceva şi altceva. Presupusa provocare la care s-ar răspunde prin *Archaeopteryx* se bazează pe un concept depăşit, numit mai demult Marele Lanț al Ființei*.

Cele mai stupide provocări legate de „veriga lipsă“ sunt următoarele două (sau variante ale lor, şi acelea numeroase). Prima: „Dacă oamenii se trag din maimuțe, trecând prin broaşte şi peşti, de ce în registrul fosil nu apare şi o «broasmuță»?“[1] (Am auzit odată un creaționist musulman întrebând de ce nu există „crocorațe“.) Şi a doua: „O să cred în evoluție când oi vedea o maimuță aducând pe lume un pui de om.“ Aceasta din urmă comite aceeaşi greşeală ca toate celelalte, plus aceea de a considera că schimbările evolutive majore se petrec de la o zi la alta.

Întâmplarea a făcut ca două dintre aceste erori să nimerească, una după alta, în lunga listă de comentarii care însoțeau un articol din ziarul londonez *Sunday Times*[2] pe marginea unui documentar despre Darwin prezentat de mine:

Opinia lui Dawkins despre religie e absurdă, de vreme ce evoluția însăşi nu-i decât o religie – ți se cere să crezi că provenim cu toții dintr-o singură celulă şi că un melc poate să devină maimuță etc. Ha, ha, ha! – e cea mai ridicolă religie! (*Joyce*, Warwickshire, Marea Britanie)

Richard Dawkins ar trebui să explice de ce ştiința lui n-a reuşit să găsească verigile lipsă. Credința într-o ştiință fără fundamente aduce şi

---

* Este şi titlul unei cărți din 1936 a lui Arthur O. Lovejoy: *The Great Chain of Being: A Study of the History of an Idea* (*Marele Lanț al Ființei. Studiu al istoriei unei idei*). (*N. t.*)

1. Din articolul: „Darwin's evolutionary theory is a tottering nonsense, built on too many suppositions“ („Teoria evoluționistă a lui Darwin abundă în nonsensuri şi e construită pe prea multe supoziții“), în *Sydney Morning Herald*, 7 mai 2006. (*N. a.*)

2. Vezi http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/education/article4448420.ece. (*N. a.*)

mai tare a basm decât credința în Dumnezeu. (*Bob*, Las Vegas, Statele Unite)

În acest capitol ne vom ocupa de toate aceste erori înrudite, începând cu cea mai stupidă dintre toate, aşa încât răspunsul dat ei va servi pentru a le prezenta pe celelalte.

„ARATĂ-MI O CROCORAȚĂ!“

„De ce în registrul fosil nu apare o broasmuță“? Pentru că maimuțele nu provin din broaşte, desigur. Nici un evoluționist în toate mințile n-a pretins vreodată aşa ceva, sau că rațele ar proveni din crocodili ori invers. Maimuțele şi broaştele au un strămoş comun, care cu siguranță nu arăta nici a broască, nici a maimuță. Poate că aducea puțin cu o salamandră – şi chiar avem fosile cu aspect de salamandră, care datează din perioada corectă. Dar nu asta-i problema. Fiecare specie de animale dintre multele milioane care au existat sau există are câte un strămoş comun cu fiecare altă specie. Cine înțelege atât de distorsionat evoluția încât să creadă c-ar trebui să ne aşteptăm să vedem o broasmuță sau o crocorață să facă bine şi să se întrebe la fel de sarcastic de ce nu există şi cățelopotami sau elefpanzei. Ba chiar, de ce să ne limităm la mamifere? De ce nu şi un candac (un intermediar între cangur şi gândac) sau un caracapard (un intermediar între caracatiță şi leopard). Doar avem la îndemână un infinit[1] nomenclator de animale şi putem combina astfel orice denumiri. Evident, hipopotamii nu provin din câini, şi nici invers. Cimpanzeii nu provin din elefanți, şi nici invers, la fel cum nu provin maimuțele din broaşte. Nu există o specie modernă

1. Folosesc aici termenul *infinit* în sensul retoric şi comun, adeseori abuziv, de foarte, foarte mare. Numărul real e dat de combinațiile posibile, perechi-perechi, ale fiecărei specii cu fiecare altă specie – iar acestea sunt atât de numeroase, încât practic nu mai e nici o diferență! (*N. a.*)

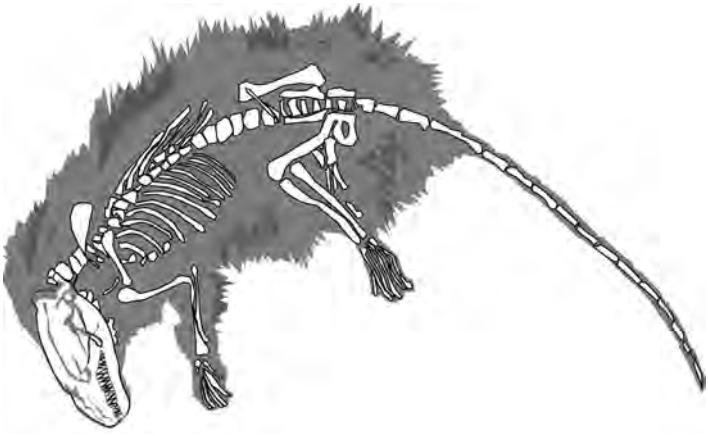


Fig. 20 – *Eomaia*

care să fie descendenta vreunei alte specii moderne (dacă lăsăm la o parte cele mai recente separări). Exact la fel cum se pot găsi fosile care să se apropie de strămoşul comun al unei broaşte şi al unei maimuțe, se pot găsi şi fosile care să se apropie de strămoşul comun al elefanților şi al cimpanzeilor. Iată o asemenea fosilă, numită *Eomaia* (fig. 20), care a trăit în cretacicul timpuriu, cu ceva mai mult de o sută de milioane de ani în urmă.

După cum se poate constata, *Eomaia* (v. Ji *et al.*, 2002) nu semăna câtuşi de puțin cu vreun cimpanzeu, nici cu vreun elefant. Poate că aducea pe departe cu un guzgan şi semăna oarecum, pentru că era aproximativ contemporan, cu strămoşul lor comun, şi se observă că multe schimbări evolutive s-au petrecut pe ambele căi care au dus de la strămoşul comun asemănător cu *Eomaia* la descendentul elefant, respectiv la descendentul cimpanzeu. Dar nu era câtuşi de puțin un elefpanzeu. Dacă ar fi fost aşa ceva, atunci ar fi trebuit să fie în aceeaşi măsură şi un câinivol, pentru că orice strămoş comun al cimpanzeului şi elefantului ar fi fost şi strămoşul comun câinelui şi bivolului. Şi ar trebui să fi fost şi un furnicopotam, pentru că acelaşi animal ar fi fost şi strămoşul comun al furnicarului şi al hipopotamului.

Ideea în sine de câinivol (sau elefpanzeu, sau furnicopotam, sau cangurocer, sau bivoleu etc.) este profund ne-evoluționistă şi stupidă. La fel ca broasmuța, drept care e o ruşine că predicatorul australian John Mackay, care a făcut un turneu prin şcolile britanice în 2008 şi 2009, dându-se drept „geolog“, şi-a permis să le spună unor copii nevinovați că, dacă ar fi adevărat ce se spune despre evoluție, atunci registrul fosil ar trebui să conțină şi „broasmuțe“.

Un exemplu la fel de ridicol este oferit de apologetul musulman Harun Yahya în cartea sa uriaşă, tipărită în condiții de lux, bogat ilustrată şi atât de ignorantă încât frizează prostia, intitulată *Atlasul Creației*[1]. E clar că publicarea ei a costat o avere, drept care este cu atât mai surprinzător că le-a fost distribuită gratis câtorva zeci de mii de profesori de ştiințe, inclusiv mie. Lăsând la o parte sumele colosale cheltuite pentru producerea ei, cartea conține erori care au devenit legendare. Urmărind să ilustreze afirmația falsă că majoritatea fosilelor străvechi nu se disting prin nimic de echivalentele lor moderne, Yahya oferă imaginea unui şarpe de mare ca reprezentând un „țipar“ (două animale atât de diferite, încât sunt plasate în clase diferite din subîncrengătura vertebratelor), o stea de mare pe post de „ofiuridă“ (în realitate, sunt două clase diferite de echinoderme), un vierme sabelid (anelid) pe post de „crin de mare“ (o echinodermă: cele două aparțin nu numai unor încrengături diferite, dar şi unor subregnuri diferite, aşa încât cu greu ar putea fi mai departe una de alta, deşi amândouă sunt animale) şi – ca să le pună capac la toate – o nadă de pescuit pe post de „muscă acvatică“[2] (vezi planşa color 8).

Pe lângă aceste bijuterii de caraghioslâc partizan, cartea conține şi o secțiune dedicată verigilor lipsă. O imagine vrea să

1. Incredibil, dar există în prezent nici mai mult, nici mai puțin de trei volume din această infamă risipă de hârtie costisitoare, dublu cretată. (*N. a.*)

2. Poate fi văzută limpede la adresa: http://www.grahamowengallery.com/fishing/morefly-tying.html. (*N. a.*)

ilustreze faptul că nu există un intermediar între un peşte şi stea de mare. Mi-este imposibil să cred că autorul se aşteaptă cu adevărat ca evoluționiştii să găsească o ființă de tranziție între două animale atât de diferite cum sunt peştele şi steaua de mare. Bănuiesc deci că Harun Yahya îşi cunoaşte bine publicul țintă şi nu face decât să-i exploateze cinic şi deliberat ignoranța.

„O SĂ CRED ÎN EVOLUȚIE CÂND OI VEDEA O MAIMUȚĂ ADUCÂND PE LUME UN PUI DE OM."

Repet: oamenii nu se trag din maimuțe. Avem un strămoş comun cu maimuțele. El semăna probabil mai mult cu o maimuță decât cu un om şi, dacă ne-am fi întâlnit cu el acum 25 de milioane de ani, l-am fi numit pesemne maimuță. Chiar dacă oamenii au evoluat dintr-un strămoş pe care l-am putea numi maimuță, nici un animal nu aduce pe lume o ființă aparținând altei specii, sau cel puțin nu atât de diferită de el cum e un om față de o maimuță sau chiar față de un cimpanzeu. Nu asta înseamnă evoluție. Evoluția *trebuie* să fie graduală ca să reprezinte o explicație rațională. Salturile gigantice într-o singură generație – dacă o maimuță ar da naştere unui om, asta ar fi – sunt la fel de improbabile cum e creația divină, şi sunt respinse din acelaşi motiv: statistic, probabilitate insignifiantă. Ce bine ar fi dacă adversarii evoluției ar învăța măcar noțiuni elementare despre ceea ce combat!

PERICULOASA MOȘTENIRE A MARELUI LANȚ AL FIINȚEI

În spatele pretenției absurde de a veni cu „verigi lipsă" se află un mit medieval care a bântuit mințile oamenilor până în vremea lui Darwin, şi s-a încăpățânat să le zăpăcească şi după aceea. E vorba despre mitul Marelui Lanț al Ființei, conform căruia

totul în univers e aşezat pe o scară: în vârful scării se află Dumnezeu, sub el arhanghelii, sub ei diferitele ranguri de îngeri, apoi animalele, apoi plantele, iar la nivelul cel mai de jos sunt pietrele şi alte obiecte neînsufleţite ale creaţiei. Dat fiind că mitul datează dintr-o vreme în care misoginismul era o a doua natură, e inutil să spun că nu toate fiinţele umane erau pe aceeaşi treaptă. Masculii se aflau cu cel puţin o treaptă deasupra femelelor din aceeaşi specie (când am spus că mitul „a bântuit minţile oamenilor“ trebuia citit: „a bântuit minţile *bărbaţilor*“). Dar presupusa ierarhie din regnul animal a fost aceea care a tulburat apele cel mai mult când a apărut ideea evoluţiei. Părea firesc să presupui că animalele „inferioare“ au evoluat către cele „superioare“, aşa încât era de aşteptat să vedem pretutindeni pe scară „verigi“ între ele. O scară cu o mulţime de trepte lipsă ar fi neconvingătoare, iar de aici provine scepticismul privind „verigile lipsă“. Însă, după cum voi arăta, întreg mitul scării e profund greşit şi neevoluţionist.

Cu atâta uşurinţă pronunţăm „animale superioare“ şi „animale inferioare“, încât rămânem şocaţi când ne dăm seama că, departe de a corespunde gândirii evoluţioniste, aşa cum s-ar putea crede, cele două expresii au fost – şi sunt – profund opuse ei. Ne închipuim că cimpanzeii sunt animale superioare, iar râmele animale inferioare, că am ştiut dintotdeauna ce înseamnă asta, iar evoluţia nu face decât să ne clarifice ideea asta. Însă e o idee lipsită de sens – sau are atât de multe sensuri, încât e derutantă, ba chiar primejdioasă.

Iată o listă de lucruri derutante pe care le-am putea înţelege atunci când afirmăm, de pildă, că o maimuţă e „superioară“ unei râme:

1. *„Maimuţele au evoluat din râme.“* Este fals, la fel cum e fals că oamenii au evoluat din cimpanzei. Maimuţele şi râmele au un strămoş comun.

2. *„Strămoşul comun al maimuţelor şi râmelor semăna mai mult cu o râmă decât cu o maimuţă.“* Mă rog, să zicem că aici ar putea exista

o fărâmă de adevăr. Se poate chiar folosi cuvântul *primitiv* într-un mod oarecum precis, dacă prin el se înțelege „strămoș asemănător", și e limpede că, în acest sens, unele animale moderne sunt mai primitive decât altele. Dacă stai să te gândești, asta înseamnă că animalul mai primitiv s-a schimbat mai puțin față de strămoșul comun (*toate* speciile, fără excepție, se trag dintr-un același strămoș comun, dacă ne întoarcem suficient de mult în timp) decât cel mai puțin primitiv. Dacă însă nici una din cele două specii nu s-a schimbat spectaculos față de cealaltă, n-ar trebui să folosim cuvântul *primitiv* atunci când le comparăm.

Este momentul să fac o paranteză. Gradul de asemănare e greu de măsurat. Oricum, nu există vreum motiv *necesar* pentru ca strămoșul comun a două animale moderne să semene mai mult cu unul decât cu celălalt. Dacă luăm două animale, heringul și calamarul, de pildă, e *posibil* ca unul să semene mai mult cu strămoșul comun, dar nu e *neapărată nevoie* să fie așa. Amândoi au avut la dispoziție exact același timp pentru a se deosebi de strămoș, așa încât primul lucru pe care îl poate spune un evoluționist este nici un animal modern n-are de ce să fie mai primitiv decât oricare altul. Ne-am putea aștepta ca, din vremea strămoșului comun, amândouă să se fi schimbat în aceeași măsură, dar în direcții diferite. Această ipoteză e adesea încălcată (ca în cazul maimuței și al râmei), dar nu există vreun motiv necesar să se întâmple așa. Apoi, diferitele părți ale animalelor nu trebuie să evolueze cu toate în același ritm. Un animal poate fi primitiv de la brâu în jos, și înalt evoluat de la brâu în sus. Mai puțin vizibil, unul poate avea un sistem nervos mai primitiv, celălalt – un schelet mai primitiv. Să nu uităm: *primitiv* în sensul de „asemănător strămoșului" nu înseamnă neapărat *simplu* (adică, mai puțin complex). Piciorul calului e mai simplu decât piciorul omului (de pildă, are un singur deget, nu cinci), dar piciorul omului e mai primitiv (strămoșul comun al omului și al calului avea cinci degete, la fel ca noi, deci calul s-a schimbat mai mult). Ajungem astfel la punctul următor de pe listă:

3. *„Maimuța e mai deșteaptă [sau mai simpatică, are genomul mai mare, structura anatomică mai complicată etc.] decât râma.“* Acest tip de snobism zoologic devine o pacoste dacă e aplicat științific. Îl pomenesc doar pentru a risipi o confuzie. Ne putem imagina și alte scări după care să ierarhizăm animalele, iar cele aflate mai sus pe una dintre ele se pot afla mai jos pe alta. Mamiferele au creiere mai mari decât salamandrele, dar genomuri mai mici decât anumite salamandre.

4. *„Maimuțele seamănă mai mult cu oamenii decât râmele.“* Asta e de netăgăduit în exemplul cu maimuțele și râmele. Și ce dacă? De ce să-i alegem pe oameni ca standard în funcție de care să judecăm alte organisme? O lipitoare indignată ar putea striga sus și tare că râmele posedă marea virtute de a semăna mai mult cu lipitorile decât oamenii. Deși Marele Lanț al Ființei îi plasează pe oameni între animale și îngeri, nu există nici o justificare evolutivă pentru presupunerea că evoluția ar fi „tins“ cumva spre oameni sau că ei sunt „ultimul cuvânt al evoluției“. Este uimitor cât de răspândită e această vanitoasă presupunere. La nivelul cel mai grosolan, o găsești în eterna întrebare arțăgoasă: „Dacă noi am evoluat din cimpanzei, cum se face că mai există cimpanzei?“ Mă lovesc mereu de această întrebare, venind uneori din partea unor oameni aparent cultivați.[1]

5. *„Maimuțele [și alte animale «superioare»] se pricep mai bine să supraviețuiască decât râmele [și alte animale «inferioare»].“* Afirmația nu e nici rațională, nici adevărată. Toate speciile vii au supraviețuit până în prezent. Unele maimuțe, precum splendidul tamarin auriu, sunt în pericol de dispariție – adică se pricep la supraviețuire mult mai puțin decât râmele. Șobolanilor și gândacilor de bucătărie le merge bine, deși sunt considerați „inferiori“ gorilelor și urangutanilor, care se apropie periculos de dispariție.

---

1. „Cultivați“ îmi aduce aminte de remarca lui Peter Medawar, care spunea că „răspândirea învățământului gimnazial și, în ultima vreme, și a celui liceal a creat o întreagă populație de oameni care prezintă adesea gusturi literare și științifice solide și care au fost educați mult dincolo de capacitatea lor de a practica o gândire analitică“. Bine spus, nu-i așa? Este genul de citat pe care-mi vine să-l împărtășesc oricui – chiar și unui necunoscut de pe stradă –, pentru că mi se pare prea bun ca să-l păstrez numai pentru mine. (*N. a.*)

Sper că am arătat suficient de clar cât de absurd e să ierarhizezi pe o scară speciile moderne, ca şi cum ar fi evident ce înseamnă „superior“ şi „inferior“, şi cât de neevoluționist este. Ne putem închipui nenumărate scări; poate că are sens uneori să ierarhizăm animalele pe câteva scări separate, dar acestea nu sunt corelate între ele şi nici una n-are dreptul să se numească „scara evoluției“. Am văzut că există tentația enormităților de genul „De ce nu există broasmuțe?“, dar moştenirea periculoasă a Marelui Lanț al Ființei alimentează şi întrebarea „Unde sunt intermediarii între marile grupe de animale?“, iar evoluționiştii sunt tentați să *răspundă* apelând la fosile precum *Archaeopteryxul*, celebrul „intermediar între reptile şi păsări“. Mai există însă ceva în spatele acestui exemplu, şi mă voi folosi de el pentru a lămuri o problemă de ordin general.

În mod tradițional, zoologii au împărțit vertebratele în clase – diviziuni mari, cum ar fi mamiferele, păsările, reptilele şi amfibienii. Unii zoologi, numiți „cladişti“[1], insistă însă că o clasă ar trebui să grupeze toate animalele având acelaşi strămoş comun care aparținea clasei şi n-a avut descendenți în afara ei. Păsările ar constitui un bun exemplu de clasă în acest sens.[2] Toate păsările provin dintr-un singur strămoş comun, care ar fi fost şi el

1. De la termenul *cladă*, provenit din grecescul *klados*, „ramură“ [în limba română există şi cuvântul *cladă*, provenit din limbile slave, cu sensul de „grămadă, morman“ – *n. t.*], cu sensul de grup de organisme despre care se crede că include toți descendenții prin evoluție ai unui strămoş comun. (*N. a.*)

2. Cel puțin cu condiția ca zoologii să se pună de acord; oricum, eu voi continua să mă folosesc de păsări ca exemplu de clasă potrivită, măcar de dragul argumentației. Recentele descoperiri de fosile au scos la iveală mai mulți dinozauri cu pene şi nu e imposibil ca unele animale moderne pe care le numim păsări să provină dintr-un alt grup de dinozauri cu pene decât altele. Dacă strămoşul comun cel mai apropiat al tuturor păsărilor moderne se dovedeşte a fi un animal care nu poate fi clasificat drept pasăre, va trebui să-mi revizuiesc afirmația că păsările constituie o clasă potrivită. (*N. a.*)

considerat pasăre şi ar împărți cu păsările moderne trăsăturile diagnostice esențiale: pene, aripi, cioc etc. Animalele cărora li se aplică denumirea comună de reptile nu constituie o clasă în acest sens, pentru că, cel puțin în taxonomiile convenționale, din această categorie sunt *excluse* în mod explicit păsările (care constituie o clasă aparte), chiar dacă unele animale, recunoscute drept „reptile“ (de exemplu, crocodilii şi dinozaurii) sunt mai strâns înrudite cu păsările decât cu alte „reptile“ (de exemplu, şopârlele şi broaştele țestoase). Într-adevăr, unii dinozauri sunt veri mai apropiați ai păsărilor decât ai altor dinozauri. Clasa „reptilelor“ este deci artificială, pentru că păsările sunt în mod artificial *excluse* din ea. În sensul strict al termenului, dacă ar fi să transformăm reptilele într-o clasă naturală, ar trebui să includem şi păsările în ea, ca reptile. Zoologii cladişti evită complet cuvântul *reptile*, împărțindu-le în arhozauri (crocodili, dinozauri şi păsări), lepidozauri (şerpi, şopârle şi acea raritate neozeelandeză *Sphenodon*) şi testudide (țestoasele de apă şi de uscat). Cei fără înclinații cladiste folosesc fără probleme cuvântul *reptile*, pentru că li se pare util din punct de vedere descriptiv, deşi exclude artificial păsările.

Dar ce suntem tentați să separăm păsările de reptile? Ce pare să justifice gruparea lor într-o „clasă“, când, din perspectiva evoluției, sunt doar o ramură a reptilelor? Faptul că reptilele aflate în imediata lor proximitate, cei mai apropiați vecini ai păsărilor pe arborele vieții, s-a întâmplat să dispară, şi numai păsările s-au perpetuat. Cele mai apropiate rude ale păsărilor se regăsesc, toate, printre dinozaurii dispăruți de mult. Dacă ar fi supraviețuit mai multe linii evolutive ale dinozaurilor, păsările n-ar fi ieşit în evidență: n-ar mai fi fost ridicate la statutul de clasă aparte de vertebrate, şi nu s-ar mai fi pus întrebări de genul: „Unde sunt verigile lipsă dintre reptile şi păsări?“ *Archaeopteryxul* ar fi fost în continuare o fosilă interesantă în cutare muzeu, însă n-ar mai fi jucat rolul de vedetă ca răspuns esențial la ceea ce vedem astăzi că este o provocare goală de conținut:

„Arătați-ne intermediarii!“ Dacă altele ar fi fost rezultatele extincției, am vedea o mulțime de dinozauri printre noi, inclusiv zburătoarele cu pene şi cioc pe care le numim păsări. Descoperim într-adevăr tot mai mulți dinozauri cu pene fosilizați, așa încât devine limpede că nu există o provocare serioasă de tipul „Arătați-ne veriga lipsă!“ la care răspunsul să fie *Archaeopteryxul*.

Să trecem acum la câteva tranziții importante în evoluție, despre care s-a afirmat că lipsesc „verigile“.

IEȘIREA DIN MARE

Cu excepția lansării rachetelor în spațiu, e greu de imaginat un pas mai îndrăzneț sau mai hotărâtor pentru viață decât ieşirea din mare pe uscat. Cele două habitate se deosebesc în atâtea privințe, încât mutarea dintr-unul în altul presupune modificări radicale în aproape toate părțile organismului. Branhiile care extrag oxigenul din apă sunt inutile în aer, după cum plămânii sunt inutili în apă. Metodele de propulsie rapide, grațioase şi eficiente în apă sunt primejdios de greoaie pe uscat, şi viceversa. Nu-i de mirare că expresii precum „ca peştele pe uscat“ şi „om la apă“ au devenit proverbiale. Şi nu-i de mirare interesul pentru „verigile lipsă“ din această zonă a registrului fosil.

Dacă ne întoarcem suficient în timp, totul trăia în mare – *alma mater* umedă şi sărată a întregii vieți. În diferite momente din istoria evoluției, indivizi plini de inițiativă din diferite grupe de animale s-au mutat din mare pe uscat, ajungând uneori în cele din urmă în deşerturi aride, ducându-şi cu ei apa de mare în sânge şi în fluidele celulare. În plus față de reptile, păsări, mamifere şi insecte, pe care le vedem în jurul nostru, alte grupuri de animale care au reuşit să facă pasul cel mare din pântecul lichid al vieții sunt scorpionii, melcii, crustaceele precum

păduchii de lemn şi crabii de uscat, miriapodele, păianjenii de toate tipurile şi cel puțin trei încrengături de viermi. Şi să nu uităm plantele, producătoarele carbonului utilizabil, a căror invazie premergătoare a uscatului a făcut posibile toate celelalte migrații.

Din fericire, stadiile de tranziție ale exodului, când peştii au ieşit pe uscat, sunt minunat documentate în registrul fosil. La fel şi stadiile de tranziție în sens opus, de mult mai târziu, când strămoşii balenelor şi ai dugongilor şi-au părăsit căminul de pe uscat, atât de greu dobândit, şi s-au întors în mările ancestrale. În ambele cazuri, verigi care odinioară lipseau abundă acum şi înnobilează muzeele.

Când spunem că „peştii“ au ieşit pe uscat, nu trebuie să uităm că „peştii“, la fel ca „reptilele“, nu constituie un grup natural. Peştii sunt şi ei definiți prin excludere. Peşti sunt toate vertebratele, cu excepția celor care au ieşit pe uscat. Pentru că toată evoluția timpurie a vertebratelor s-a desfăşurat în apă, nu e surprinzător că majoritatea ramurilor arborelui vertebratelor care au supraviețuit se află încă în mare. Şi încă le mai spunem „peşti“, chiar dacă sunt doar pe departe înrudiți cu ceilalți „peşti“. Păstrăvul şi tonul sunt veri mai apropiați cu omul decât cu rechinul, însă îi numim pe toți „peşti“. Iar peştele-salamandră şi cœlacantul sunt veri mai apropiați cu omul decât cu păstrăvul şi tonul (şi, bineînțeles, cu rechinul), dar şi pe ei îi numim „peşti“. Chiar şi rechinii sunt veri mai apropiați cu oamenii decât cu chişcarii de mare şi țiparii de mâl (unicii supraviețuitori ai unui grup odinioară variat şi numeros de peşti fără maxilare), dar tuturor le spunem peşti. Vertebratele ai căror strămoşi nu s-au aventurat niciodată pe uscat arată invariabil a „peşti“, înoată ca peştii (spre deosebire de delfini, care înoată arcuindu-şi spinările în sus şi-n jos, nu lateral, ca peştii) şi cu toții, bănuiesc, au gust de peşte.

Pentru un evoluționist, aşa cum am văzut din exemplele oferite de reptile şi păsări, un grup „natural“ de animale este

cel ai cărui membri sunt înrudiți mai îndeaproape între ei decât cu animale care nu fac parte din grup. „Păsările“ formează un grup natural, pentru că au un strămoş comun pe care nu-l împart cu nici o non-pasăre. După aceeaşi definiție, „peştii“ şi „reptilele“ nu formează grupuri naturale. Cel mai recent strămoş comun al tuturor „peştilor“ este şi strămoşul multor non-peşti. Dacă-i dăm la o parte pe rechini, verii noştri îndepărtați, noi, mamiferele, aparținem unui grup natural care include toți peştii osoşi moderni (spre deosebire de rechinii cartilaginoşi). Dacă dăm la o parte apoi „peştii osoşi cu aripioare în evantai“ (somonul, păstrăvul, tonul, scalarul – aproape toți peştii cu care ne-am putea întâlni, cu excepția rechinilor), grupul natural de care aparținem include toate vertebratele terestre, plus aşa-numiții „peşti cu aripioare lobate“. Din rândurile peştilor cu aripioare lobate ne-am desprins, aşa că trebuie să acordăm o atenție specială acestor aripioare lobate.

„Aripioarele lobate“ de astăzi s-au redus la peştii-salamandre şi cœlacanți (s-au „redus“ ca „peşti“, dar s-au dezvoltat din plin pe uscat: noi, vertebratele terestre, suntem nişte peşti-salamandră anormali). Se numesc „aripioare lobate“ pentru că aripioarele lor seamănă mai mult cu nişte picioare decât cu aripioarele „în evantai“ ale peştilor obişnuiți. *Bătrânul Patru-Picioare* era titlul unei cărți despre cœlacanți scrisă de J.L.B. Smith, biologul sud-african răspunzător în cea mai mare măsură de aducerea lor la cunoştința lumii, după fantastica descoperire a primului exemplar viu, în năvoadele unui trauler, în 1938. („N-aş fi fost mai surprins dacă aş fi văzut un dinozaur plimbându-se pe stradă.“) Cœlacanții erau cunoscuți dinainte, dar ca fosile, fiindcă se credea că dispăruseră încă de pe vremea dinozaurilor. J.L.B. Smith relata plin de emoție momentul când i-au căzut ochii pentru prima oară pe această captură uimitoare, la care fusese chemat de autoarea descoperirii, Margaret Latimer – de aceea, mai târziu, tot el a numit animalul *Latimeria* –, ca să-şi dea opinia de specialist:

Ne-am dus direct la muzeu. Domnişoara Latimer lipsea în acel moment, aşa încât ne-a dat drumul îngrijitorul în camera din spate şi l-am văzut – Dumnezeule mare, cœlacantul! Deşi venisem pregătit, de la prima vedere m-a izbit ca o lovitură năucitoare, m-a făcut să tremur şi să mă scutur de furnicături prin tot corpul, de sus până jos. M-am oprit în loc, de parcă aş fi fost împietrit. Da, nu putea să existe nici umbră de îndoială – solz cu solz, os cu os, aripioară cu aripioară, un cœlacant autentic. Era ca şi cum o creatură din acelea, veche de 200 de milioane de ani, ar fi revenit la viață. Am uitat de tot restul şi am privit, am privit, pe urmă m-am apropiat cu teamă şi l-am atins, l-am mângâiat, în timp ce soția mea stătea şi mă urmărea în tăcere. Domnişoara Latimer a intrat şi ea şi ne-a salutat călduros. Abia după aceea mi-a revenit graiul şi nu mai ştiu exact ce i-am spus, dar ideea era că într-adevăr, nici urmă de îndoială, aveam de-a face cu un cœlacant. Nici măcar eu nu mă mai îndoiam. (Smith, 1956, p. 41)

Cœlacanții sunt veri mai apropiați cu noi decât cu cei mai mulți dintre peşti. S-au schimbat puțin de pe vremea strămoşului nostru comun, dar nu suficient pentru a fi mutați din acea categorie de animale pe care un om obişnuit sau un pescar i-ar considera peşti. Însă, la fel ca peştii-salamandră, sunt şi ei veri mai apropiați cu noi decât cu păstrăvul, tonul şi majoritatea celorlalți peşti. Cœlacanții şi peştii-salamandră sunt exemple de „fosile vii“.

Noi nu descindem însă din peştii-salamandră, nici din cœlacanți. Avem un strămoş comun cu peştii-salamandră, care semăna mai mult cu aceştia decât cu noi, dar de fapt nu seamănă prea mult nici cu ei, nici cu noi. Or fi peştii-salamandră fosile vii, dar tot nu seamănă foarte mult cu strămoşii noştri. Pentru a-i găsi pe aceia, trebuie căutate fosile reale în roci. Ne interesează fosilele din devonian, eră care acoperă perioada de tranziție de la peştii din apă la primele vertebrate de pe uscat. Chiar şi printre fosilele reale, am fi prea optimişti dacă am spera să-i descoperim pe strămoşii noştri autentici. Putem totuşi spera să descoperim veri suficient de apropiați ai strămoşilor noştri, pentru a ne spune cam cum arătau aceia.

Unul dintre cele mai cunoscute goluri din registrul fosil – suficient de mare pentru a purta un nume, „golul lui Romer“ (Romer fiind un celebru paleontolog american) – se întinde de

pe la sfârşitul devonianului, cu 360 de milioane de ani în urmă, până cu vreo 340 de milioane de ani în urmă, la începutul carboniferului. După „golul lui Romer", găsim nişte amfibieni indubitabili târându-se prin mlaştini, o gamă bogată de animale cu aspect de salamandre, unele dintre ele de dimensiunile unor crocodili, cu care şi semănau vag. Pare să fi fost o eră a giganţilor, pentru că existau libelule cu o anvergură a aripilor cât lungimea braţului meu – cele mai mari insecte care au trăit vreodată.[1] De la pragul de 340 de milioane de ani în urmă, aproape că am putea numi carboniferul echivalentul amfibian al epocii dinozaurilor. Înainte de acest prag însă a fost golul lui Romer, iar înaintea golului său, Romer n-ar fi găsit decât peşti – peşti cu aripioare lobate, care trăiau în apă. Unde erau intermediarii, şi ce anume i-a determinat să se aventureze pe uscat?

Imaginaţia mea de student la Oxford s-a înflăcărat când l-am citit pe marele savant Harold Pusey, cel care, deşi se exprima sec, avea darul de a vedea, dincolo de oase, animale cu trup şi sânge care trăiau într-o lume demult apusă.[2] Modul

1. S-a avansat teoria că acest gigantism a fost posibil datorită conţinutului mai ridicat de oxigen al atmosferei acelor vremuri. Insectele nu au plămâni şi respiră cu ajutorul unor tuburi minuscule, răspândite prin tot corpul, pe unde intră şi iese aerul. Tuburile aerifere nu pot asigura un sistem de distribuţie atât de complicat şi acoperitor ca vasele sangvine capilare, drept care e plauzibil ca ele să limiteze dimensiunile corporale. Această limită s-ar fi situat mai sus într-o atmosferă cu o concentraţie de oxigen de 35%, faţă de 21%, cât este în aerul respirat de noi astăzi. Ar fi o explicaţie satisfăcătoare pentru libelulele uriaşe, dar nu e neapărat şi cea corectă. În paranteză fie spus, cu atâta oxigen plutind în aer, mă mir că nu izbucneau incendii tot timpul. Poate că aşa se şi întâmpla. Incendiile de pădure trebuie să fi fost mai frecvente decât astăzi, pentru că fosilele denotă o incidenţă ridicată a speciilor de plante rezistente la foc. Nu e clar de ce conţinutul de oxigen al atmosferei ar fi urcat atât de mult în carbonifer şi permian. S-ar putea să existe o legătură cu sechestrarea unor cantităţi atât de mari de carbon în subteran, sub formă de cărbune. (*N. a.*)

2. Profesor de modă veche la Oxford, care credea că menirea lui era să-i înveţe pe studenţi, Pusey n-ar fi supravieţuit în cultura de astăzi,

în care povestea ce anume a făcut ca unora dintre peştii cu aripioare lobate să le crească plămâni şi picioare, preluat de la însuşi Romer, i s-a părut logic studentului care eram pe atunci şi mi se pare logic şi acum, chiar dacă nu mai e la modă printre paleontologi, cum era pe vremea lui Romer. Acesta, ca şi Pusey ceva mai târziu, a presupus că fiecare an era marcat de secete puternice, în timpul cărora lacurile, iazurile şi râurile secau, urmând să se umple iar cu apă în anul următor. Peştii care-şi duceau viața în apele acelea beneficiau de capacitatea de a supraviețui temporar pe uscat doar cât să se târască dintr-un lac sau iaz puțin adânc, amenințat cu secătuirea iminentă, către unul ceva mai adânc, în care ar fi putut supraviețui până la sezonul ploios următor. Privind astfel lucrurile, putem spune că strămoşii noştri îndepărtați nu au ieşit propriu-zis pe uscat, ci s-au folosit de uscat ca de o punte vremelnică de refugiu, de unde urmau să-şi găsească iarăşi salvarea în apă. Multe animale moderne procedează la fel.

Spre ghinionul lui, Romer şi-a prezentat teoria cu un preambul în care-şi propunea să arate că devonianul era o epocă secetoasă. Prin urmare, când dovezi recente au negat această premisă, întreaga teorie a lui Romer părea subminată. Mai bine omitea preambulul, care în tot cazul era inutil. Aşa cum susțineam în *Povestea strămoşului*, teoria rămâne valabilă chiar dacă devonianul a fost mai puțin secetos decât credea Romer.

Să ne întoarcem la fosile. Ele apar destul de rar în devonianul târziu, perioada care a precedat carboniferul: puține urme ale „verigilor lipsă“, animale care să umple golul dintre peştii cu aripioare lobate, atât de răspândiți în mările devonianului, şi amfibienii care mişunau în mlaştinile din carbonifer. Un asemenea specimen, în partea dinspre peşti a golului, este *Eusthenopteron*,

---

axată pe cercetare. Deşi practic nu avea cu ce articole publicate să se laude, moştenirea lui rezidă în gratitudinea unor generații de învățăcei cărora le-a împărtăşit din înțelepciunea lui şi din uriaşa cunoaştere pe care o acumulase. (*N. a.*)

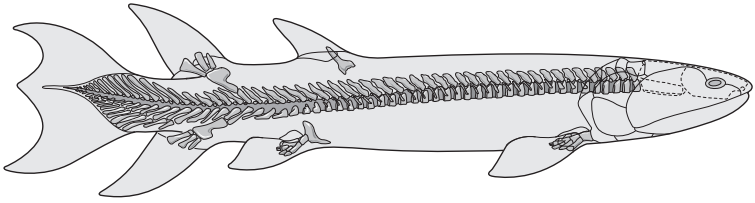


Fig. 21 – *Eusthenopteron*

descoperit în 1881, într-o colecție de fosile din Canada. Pare să fi fost un peşte care se hrănea la suprafață şi probabil că n-a ieşit niciodată pe uscat, poate doar în anumite reconstituiri vechi care s-au lăsat purtate prea departe de imaginație. Chiar şi aşa, *Eusthenopteron* prezenta multe asemănări anatomice cu amfibienii de peste cincizeci de milioane de ani, printre care oasele craniului, dinții şi mai ales aripioarele. Deşi probabil că le folosea la înot, nu ca să păşească pe uscat, oasele urmau modelul tipic unui tetrapod (nume dat tuturor vertebratelor de uscat). La membrul anterior, un singur os humerus intra în articulație cu două oase, radius şi ulna, la rându-le articulate cu o mulțime de oscioare cărora noi, tetrapodele, probabil că le-am spune carpiene, metacarpiene şi falange. Iar membrul posterior prezenta un model similar, tipic tetrapodelor.

Apoi, în partea dinspre amfibieni a golului, după vreo douăzeci de milioane de ani, la granița dintre devonian şi carbonifer, o mare bucurie a provocat descoperirea în Groenlanda, în 1932, a unei fosile de *Ichthyostega*. Să nu ne lăsăm păcăliți gândindu-ne la frigul şi gheața din Groenlanda de azi. Pe vremea când trăia *Ichthyostega*, ea se afla în zona Ecuatorului. Prima reconstituire a fost făcută în 1955 de paleontologul suedez Erik Jarvik, care îşi închipuia că *Ichthyostega* a trăit pe uscat mai mult decât se crede acum. Cea mai recentă reconstituire, făcută de Per Ahlberg la fosta universitate a lui Jarvik de la Uppsala, îl plasează pe *Ichthyostega* mai degrabă în apă, deşi e de bănuit că făcea uneori incursiuni pe uscat. Arăta mai degrabă ca o sala-

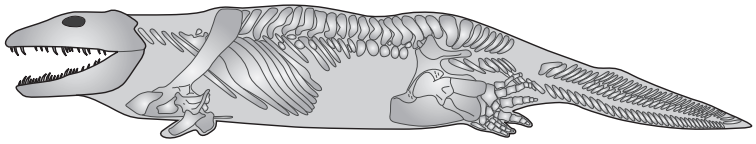


Fig. 22 – *Ichtyostega*

mandră uriaşă decât ca un peşte, şi avea capul turtit, caracteristic amfibienilor. Spre deosebire de tetrapodele moderne, care au toate câte cinci degete şi la membrele anterioare, şi la cele posterioare (măcar în stare embrionară, chiar dacă şi le mai pierd până la maturitate), *Ichthyostega* prezenta şapte degete la membrele posterioare. S-ar părea că primele tetrapode se bucurau de o mai mare libertate de a „experimenta“ în privința degetelor de la membre decât avem noi azi. E de presupus că la un moment dat procesele embriologice s-au fixat asupra numărului cinci, şi s-a făcut astfel un pas greu de anulat – deşi nu imposibil: există pisici, ba chiar şi oameni, care au câte şase degete. Cele în plus se datorează probabil unei erori de duplicare în faza embrionară.

O altă descoperire incitantă, provenind tot din Groenlanda tropicală şi datând tot de la granița dintre devonian şi carbonifer, a fost *Acanthostega*. Şi acest animal avea un craniu turtit de amfibian şi membre de tetrapod, dar se îndepărta încă mai mult

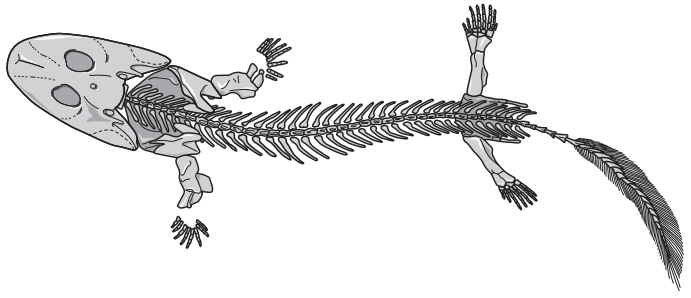


Fig. 23 – *Acanthostega*

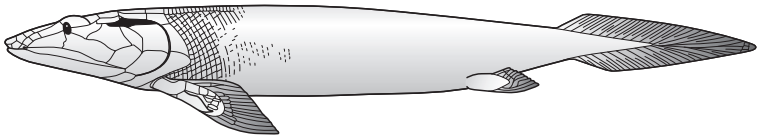


Fig. 24 – *Panderichthys*

decât *Ichthyostega* de ceea ce considerăm standardul cu cinci degete – *Acanthostega* avea opt. Savanții cărora le datorăm mai tot ce ştim despre el, Jenny Clack şi Michael Coates de la Universitatea Cambridge, cred că, la fel ca *Ichthyostega*, *Acanthostega* trăia mai mult în apă, dar avea plămâni, iar membrele sale fosilizate permit concluzia că se putea descurca la fel de bine cu mersul terestru ca şi cu înotul, dacă trebuia să iasă pe uscat. Şi acesta semăna destul de bine cu o salamandră uriaşă.

Revenind acum la partea dinspre peşti a marelui gol, dăm de *Panderichthys*, şi el din devonianul târziu, semănând ceva mai bine cu un amfibian şi ceva mai puțin cu un peşte decât *Eusthenopteron*. Dar, dacă s-ar întâmpla să-l vedem în carne şi oase, precis i-am spune peşte, nu salamandră.

Avem aşadar un gol în registrul fosil între *Panderichthys*, un peşte semănând cu un amfibian, şi *Acanthostega*, un amfibian semănând cu un peşte. Unde e „veriga lipsă“ dintre cei doi? O echipă de oameni de ştiință de la Universitatea Statului Pennsylvania, din care făceau parte, printre alții, Neil Shubin şi Edward Daeschler, a plecat în căutarea ei. Shubin a transformat această căutare în subiectul unei minunate serii de reflecții asupra evoluției umane în cartea sa *Peştele din noi*. După o analiză atentă privind locul cel mai potrivit pentru a începe căutările, a fost aleasă o zonă stâncoasă, datând din devonianul târziu, în regiunile arctice ale Canadei. Echipa s-a dus acolo şi a dat de aur zoologic! *Tiktaalik* – o denumire generică pe care n-o mai uiți niciodată![1] Derivă dintr-un cuvânt

1. http://www.90.homepage.villanova.edu/lowell.gustafson/anthropology/tiktaalik.html. (*N. a.*)

inuit care desemnează un peşte mare de apă dulce. Cât despre numele specific, *roseae*, trebuie să spun că m-am lăsat indus în eroare. Când l-am auzit prima oară şi am văzut fotografii precum cea reprodusă pe planşa color 10, m-am gândit imediat la devonian, la „Vechea Gresie Roşie“*, la culoarea comitatului eponim Devon, la culoarea Petrei, „cetatea roş-trandafirie, veche pe jumătate ca însuşi timpul“**. Dar, vai!, greşeam amarnic. Fotografia exagerează nuanța roşiatică. Numele fusese ales în cinstea unui sponsor care contribuise la finanțarea expediției către devonianul arctic. Am avut privilegiul ca *Tiktaalik roseae* să-mi fie arătat de Edward Daeschler când am luat prânzul cu el la Philadelphia, la scurtă vreme după descoperirea fosilei, iar zoologul de-o viață din mine – sau, mai curând, peştele din mine – a rămas fără grai. Îmi închipuiam că, prin lentile rozulii, priveam chipul strămoşului meu direct. Chiar dacă imaginea era nerealistă, simțeam că nu mă voi apropia niciodată mai mult de adevăratul meu strămoş „vechi pe jumătate ca însuşi timpul“.

Dacă te-ai întâlni bot în bot cu un *Tiktaalik* viu, te-ai retrage ca din fața unui crocodil – cu asta semăna privit din față. Cap de crocodil, trunchi de salamandră, coadă de peşte. Spre deosebire de orice peşte, *Tiktaalik* avea gât, îşi putea întoarce capul. În aproape toate detaliile lui, *Tiktaalikul* e veriga lipsă perfectă – perfectă pentru că se află aproape exact la jumătatea distanței dintre peşte şi amfibian, şi pentru că nu mai lipseşte. Avem fosila! O poți vedea, o poți atinge, poți încerca să-i evaluezi vechimea – dar te vei înşela.

---

* *Old Red Sandstone* (prescurtat ORS în literatura de specialitate) este o unitate lito-stratigrafică de pe teritoriul Angliei actuale, cu un conținut bogat de oxid de fier, care dă culoarea roşiatică a multor stânci. (*N. t.*)

** Ultimul vers din poemul *Petra*, de clericul anglican John William Burgon (1813–1888), care a descris, fără să-l fi văzut vreodată, oraşul Petra din Iordania de astăzi. (*N. t.*)

„TREBUIE SĂ IES ÎNAPOI PE MARE“[1]

Mutarea din apă pe uscat a declanşat o reproiectare majoră a fiecărui aspect al vieții, de la respirație până la reproducere, şi a însemnat o lungă şi anevoioasă călătorie prin spațiul biologic. Totuşi, parcă dintr-un fel de perversitate ludică, multe animale terestre au făcut apoi stânga-mprejur, şi-au abandonat greu dobândita reutilare pentru viața pe uscat şi au mărşăluit înapoi spre mare. Focile şi leii de mare au parcurs doar o jumătate de drum, arătându-ne cum ar fi putut arăta intermediarii în calea către cazurile extreme – balenele şi dugongii. Balenele (inclusiv cele mici numite delfini) şi dugongii (cu verii lor apropiați lamantinii) au încetat complet să mai fie animale terestre, revenind la obiceiurile exclusiv acvatice ale strămoşilor îndepărtați. Nici măcar nu mai vin la țărm să se înmulțească. Respiră totuşi aer, pentru că n-au dezvoltat ceva asemănător cu branhiile înaintaşilor marini. Alte animale care s-au întors de pe uscat în apă şi trăiesc acolo măcar o parte din timp sunt melcii de apă dulce, păianjenii de apă, gândacii de apă, crocodilii, vidrele, şerpii de mare, guzganii de apă, cormoranii de Galápagos nezburători, iguanele marine de Galápagos, yapokii (marsupiale acvatice din America de Sud), ornitorincii, pinguinii şi țestoasele.

Balenele au constituit multă vreme o enigmă, dar recent cunoştințele noastre privind evoluția lor s-au îmbogățit substanțial. Dovezile aduse de genetica moleculară (vezi capitolul 10) arată că rudele vii cele mai apropiate ale balenelor sunt hipopotamii, apoi porcii, apoi rumegătoarele. Lucru şi mai surprinzător, dove-

1. Aceasta pare să fie forma corectă. *Dicționarul de citate Oxford* sugerează că forma de plural „mări“, citată în mod curent (“I must go down to the sea[s] again“), se datorează unei greşeli de tipar în ediția princeps din 1902 a poemelor lui Masefield. Iată un frumos exemplu de memă care se bucură de succes pentru că e mutantă. [Este vorba de primul vers al poemului *Febra mării*, din volumul omonim al poetului John Edward Masefield (1878–1967) – *n. t.*] (*N. a.*)

zile moleculare arată că hipopotamii sunt înrudiți mai îndeaproape cu balenele decât cu animalele cu copite despicate (cum sunt porcii şi rumegătoarele), care seamănă mult mai bine cu ei. Iată încă un exemplu pentru nepotrivirea care apare uneori între gradul de înrudire şi gradul de asemănare fizică. Am mai făcut observația asta în legătură cu peştii care sunt veri mai apropiați cu noi decât cu alți peşti. În acel caz, anomalia apare pentru că linia noastră evolutivă a trecut din apă pe uscat făcând un salt evolutiv şi lăsându-i pe verii noştri cei mai apropiați dintre peşti, cœlacanții şi peştii-salamandră, să semene mai mult cu verii noştri mai îndepărtați dintre peşti, pentru că au rămas cu toții în apă. Acum întâlnim acelaşi fenomen, dar în sens invers. Hipopotamii au rămas, fie şi parțial, pe uscat, aşa încât seamănă cu verii lor mai îndepărtați, rumegătoarele, pe când verii lor mai apropiați, balenele, s-au întors în mare şi s-au schimbat atât de mult, încât afinitățile lor cu hipopotamii le-au scăpat tuturor biologilor, cu excepția geneticienilor. La fel ca atunci când strămoşii lor îndepărtați au pornit în cealaltă direcție, a fost ca o decolare sau ca lansarea unui balon momentul în care strămoşii balenelor au plutit, eliberându-se de povara gravitației şi tăind legăturile cu uscatul.

Registrul fosil, odinioară sărăcăcios în privința evoluției balenelor, s-a umplut acum mai ales în urma descoperirii unui nou tezaur în Pakistan. Despre fosilele de balene s-a scris însă atât de mult în ultima vreme – de pildă, în *Evoluția. Ce ne spun fosilele şi de ce este important*, de Donald Prothero, sau în *De ce este adevărată evoluția*, de Jerry Coyne –, încât n-am să intru în detalii. Mă voi rezuma la graficul de mai jos, împrumutat din cartea lui Prothero, în care avem o succesiune de fosile ordonate cronologic. Să observăm precauția cu care e desenat graficul. E tentant – iar în cărțile mai vechi aşa se proceda – să desenezi şiruri de fosile cu săgeți de la cele vechi la cele recente. Dar nimeni nu poate spune, de pildă, că *Ambulocetus* descindea din *Pakicetus*. Sau că *Basilosaurus* descindea din *Rodhocetus*. Graficul urmează

o politică mai prudentă, sugerând că balenele descind dintr-un văr contemporan cu *Ambulocetus*, probabil asemănător cu el (sau poate chiar din *Ambulocetus*). Fosilele înfățișate sunt reprezentative pentru diferite stadii ale evoluției balenelor. Dispariția treptată a membrelor posterioare, transformarea mem-

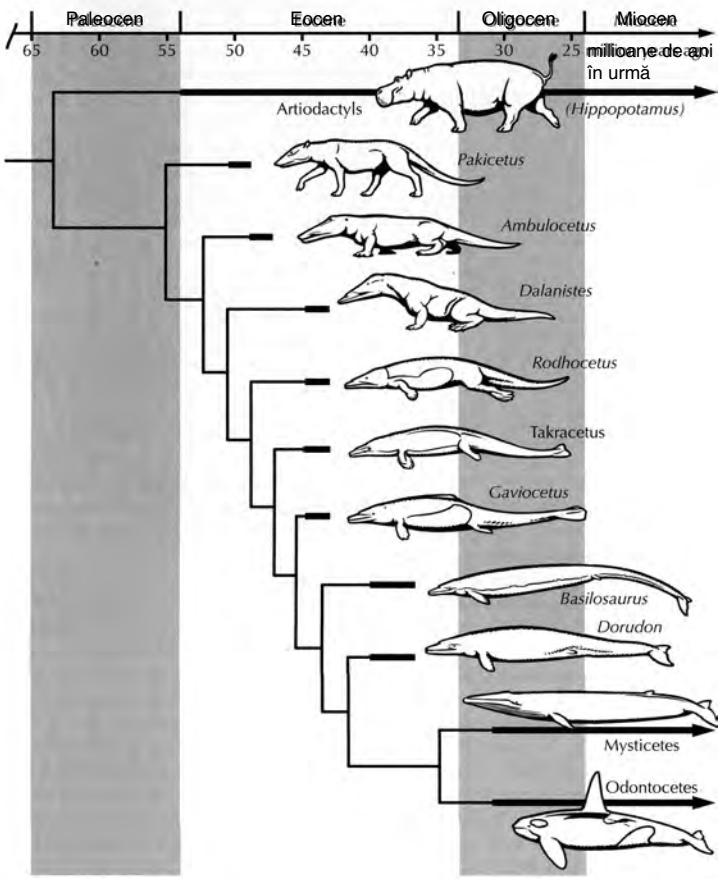


Fig. 25 – Evoluția balenelor de la ființe terestre, trecând prin numeroasele fosile intermediare descoperite în Africa și Pakistan, în straturi din perioada eocenului (desen de Carl Buell)

brelor anterioare din picioare pentru mers în aripioare pentru înotat şi aplatizarea cozii, apoi despicarea ei în doi lobi – iată câteva dintre schimbările apărute într-o elegantă cascadă.

Nu mai insist asupra istoriei fosile a balenelor. Celălalt grup de mamifere marine, mai puțin numeros şi divers, cel al sirenienilor – dugongii şi lamantinii –, nu e la fel de bine documentat în registrul fosil, dar recent a fost descoperită o remarcabilă „verigă lipsă“. Contemporan oarecum cu *Ambulocetus*, „balena umblătoare“ din eocen, este *Pezosirenul*, sau „lamantinul umblător“ fosil din Jamaica (v. Domning, 2001). *Pezosirenul* seamănă cu lamantinul sau dugongul, doar că are picioare propriu-zise atât în față, cât şi în spate, pe când ceilalți doi au înotătoare în față şi nu au membre în spate. Figura 26 prezintă un schelet de dugong modern şi unul de *Pezosiren*.

Aşa cum balenele sunt înrudite cu hipopotamii, sirenienii sunt înrudiți cu elefanții, după cum o atestă numeroase dovezi, între care cele moleculare. *Pezosirenul* trăia însă probabil ca un hipopotam, petrecându-şi timpul mai mult în apă şi folosindu-şi picioarele şi pentru a păşi pe fundul apei, şi pentru a

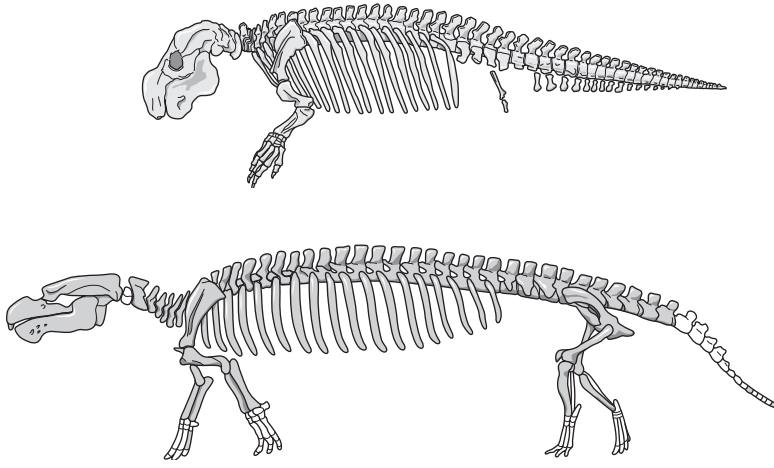


Fig. 26 – Dugong modern (sus) și *Pezosiren* (dugong străvechi – jos)

înota. Craniul său e inconfundabil unul de sirenian. Nu ştim dacă este adevăratul strămoş al lamantinilor şi dugongilor moderni, dar cu siguranţă e un bun candidat pentru acest rol.

Cartea de faţă era pe punctul de a pleca la tipar când revista *Nature* a venit cu o veste uimitoare[1]: o nouă fosilă a fost descoperită în nordul extrem al Canadei, umplând un gol în ascendenţa focilor, morselor şi leilor de mare moderni („pinipede“ e numele colectiv). Era vorba de un schelet, în proporţie de 65% întreg, de *Puijila darwini*, datând din miocenul timpuriu (cu 20 de milioane de ani în urmă), adică dintr-o perioadă suficient de recentă pentru ca harta lumii să fi fost aproape aceeaşi cu cea de azi. Animalul acesta, focă şi leu de mare primitiv (cele două specii nu se despărţiseră încă), trăia deci în Arctica şi era obişnuit cu apa îngheţată. Dovezile sugerează că trăia şi vâna în ape dulci (ca majoritatea vidrelor, cu excepţia celebrelor vidre de mare din California), iar nu în mare (ca majoritatea focilor moderne, cu excepţia celebrei foci din lacul Baikal). *Puijila* nu avea înotătoare, ci picioare palmate. Probabil că alerga pe uscat ca un câine (foarte diferit de un piniped modern), dar îşi petrecea o mare parte a timpului în apă, unde înota tot ca un câine, diferit de cele două stiluri de înot adoptate de focile şi leii de mare moderni. *Puijila* umple cu eleganţă golul dintre terestru şi acvatic în ascendenţa pinipedelor. Este o minunată adăugire la lista noastră de „verigi“ care nu mai lipsesc.

Mă voi ocupa acum de un alt grup de animale care s-au întors de pe uscat în apă – un exemplu uimitor, fiindcă unele dintre aceste animale au inversat apoi procesul şi s-au întors pentru a

1. Natalia Rybczynski, Mary Dawson şi Richard Tedford, „A semi-aquatic Arctic mammalian carnivore from the Miocene epoch and origin of Pinnipedia“ („Un mamifer carnivor arctic semiacvatic din miocen şi originile ordinului *Pinnipedia*“), în *Nature*, 458 (2009), pp. 1021–1024. Natalia Rybczynski poate fi văzută discutând cu entuziasm despre noua fosilă într-un scurt film, la adresa: http://www.nature.ca/pujila/ne_vid_e.cfm. (*N. a.*)

doua oară pe uscat! Într-o anume privință, țestoasele de mare au revenit în mai mică măsură la regimul acvatic decât balenele sau dugongii: ele încă își depun ouăle pe plajă. Ca toate vertebratele revenite în apă, țestoasele n-au renunțat să respire aer, dar unele dintre ele au mers mai departe decât balenele: extrag oxigen suplimentar din apă, cu ajutorul unei perechi de încăperi puternic vascularizate, situate în partea dinapoi. Ba chiar o țestoasă de apă dulce din Australia își ia mai tot oxigenul respirând – așa cum un australian veritabil n-ar ezita să spună – prin cur.

Înainte de a trece mai departe, trebuie să menționez o problemă complicată de terminologie și o regretabilă confirmare a observației lui George Bernard Shaw, care spunea că „Anglia și America sunt două țări despărțite de o limbă comună“. În engleza britanică există trei termeni pentru țestoase: *turtle* (cele care trăiesc în mare), *tortoise* (cele care trăiesc pe uscat) și *terrapin* (cele care trăiesc în apele dulci sau în apele sălcii din apropierea mărilor). În engleza americană, tuturor li se spune *turtles*, indiferent dacă trăiesc în apă sau pe uscat. Unii americani folosesc termenul *tortoise* într-un sens taxonomic strict, referindu-se la *Testudinidae*, denumirea științifică a țestoaselor de uscat moderne. În Marea Britanie, numim de regulă *tortoise* orice chelonian trăitor pe uscat, indiferent dacă e sau nu membru al familiei *Testudinidae* (există fosile de țestoase care trăiau pe uscat fără să fie membre ale familiei *Testudinidae*). Voi încerca să evit confuzia, gândindu-mă la cititorii mei britanici și americani (însă și la cei din Australia, unde numele diferă iarăși), dar nu-i deloc simplu. Terminologia e aiurită, ca să mă exprim eufemistic. Zoologii folosesc termenul *chelonian* pentru toate aceste animale – indiferent cum li se spune în variantele limbii engleze.*

---

* Acest pasaj a fost ușor adaptat în limba română, date fiind referirile la terminologia engleză. (*N. t.*)

Cea mai frapantă caracteristică a chelonienilor este carapacea. Cum a evoluat ea şi cum arătau formele intermediare? Unde sunt verigile lipsă? La ce foloseşte – ar putea întreba un creaţionist fanatic – o jumătate de carapace? Ei bine, tocmai a apărut în revista *Nature*, cu puţin înainte să fie trimisă spre publicare această carte, descrierea unei noi fosile care oferă un răspuns elocvent. Era o ţestoasă acvatică, găsită în sedimentele triasice din China, cu o vechime 220 de milioane de ani. A fost numită *Odontochelys semitestacea* (v. Li *et al.*, 2008), de unde deducem că, spre deosebire de ţestoasele de apă sau de uscat moderne, avea dinţi şi o jumătate de carapace. Avea şi o coadă mult mai lungă decât ţestoasele moderne. Toate aceste caracteristici îi conferă statutul de „verigă lipsă". Burta era acoperită de o carapace, aşa-numitul plastron, aproape la fel ca la o ţestoasă de mare modernă, dar partea dorsală a carapacei lipsea aproape cu desăvârşire. Spatele era probabil moale, ca la şopârle, însă avea câteva puncte dure, osoase, dispuse median deasupra coloanei vertebrale, ca la crocodili, iar coastele erau aplatizate, de parcă ar fi „încercat" să formeze începuturile evolutive ale unei carapace.

Avem aici o interesantă controversă. Autorii articolului care o prezentau lumii pe *Odontochelys*, Li, Wu, Rieppel, Wang şi Zhao (pentru simplificare îmi voi permite să-i numesc „autorii chinezi", deşi Rieppel nu e chinez), cred că fosila descoperită de ei se afla la jumătatea drumului către dezvoltarea unei carapace. Alţii pun sub semnul întrebării pretenţia fosilei *Odontochelys* de a demonstra că trăsătura specifică ţestoaselor, carapacea, a evoluat în apă. *Nature* are obiceiul admirabil de a cere unor experţi, alţii decât autorii articolelor, să scrie un comentariu pe marginea celor mai interesante articole. Comentariul despre articolul în care era prezentată *Odontochelys* a fost scris de doi biologi canadieni, Robert Reisz şi Jason Head (v. Reisz şi Head, 2008), care au dat o altă interpretare. Poate că toată carapacea evoluase deja pe uscat, înainte ca strămoşii lui *Odontochelys* să se fi

întors în apă. Şi poate că *Odontochelys* şi-a pierdut carapacea după ce s-a întors în apă. Reisz şi Head subliniază că unele țestoase de mare de astăzi, de pildă țestoasa-lăută uriaşă, fie şi-au pierdut complet carapacea, fie aceasta s-a retras mult, aşa că teoria lor e plauzibilă.

Trebuie să fac o mică digresiune legată de întrebarea „La ce bun o jumătate de carapace?“. De ce ar avea *Odontochelys* armură dedesubt, dar nu şi deasupra? Poate pentru că primejdia venea de jos, ceea ce ar sugera că îşi petrecea o mare parte a timpului înotând aproape de suprafața apei – şi, oricum, trebuia să vină la suprafață ca să respire. Astăzi, rechinii atacă deseori de jos, iar ei vor fi fost o amenințare importantă în lumea lui *Odontochelys*, şi nu avem motive să bănuim că şi-au schimbat între timp obiceiurile de vânătoare. Ca exemplu paralel, una dintre cele mai surprinzătoare realizări ale evoluției, perechea suplimentară de ochi ai peştelui *Bathylychnops* (figura 27), e menită probabil să detecteze prădătorii care-l atacă jos. Ochiul principal priveşte înainte, ca la orice peşte obişnuit. Dar fiecare din cei doi ochi principali are câte un ochişor suplimentar, dotat cu cristalin şi retină, care i-a crescut în partea inferioară. Dacă *Bathylychnops* şi-a putut bate capul (ştiți ce vreau să spun, lăsați pedanteria!) să-şi dezvolte o ditamai pereche suplimentară de ochi, probabil ca să observe atacurile venite de sub el, pare plauzibil ca lui *Odontochelys* să-i fi crescut o armură pentru a-l proteja de atacurile venite din aceeaşi direcție. Plastronul nu-i absurd. Iar dacă vă întrebați de ce să n-aibă carapace şi pe spate pentru mai multă siguranță, răspunsul e simplu: carapacele sunt grele şi stânjenitoare, e costisitor să-ți crească şi să le porți de colo-colo. Evoluția presupune mereu un compromis. Pentru țestoasele de uscat, compromisul sfârşeşte prin a favoriza o armură dură, greoaie, atât deasupra, cât şi dedesubt. Pentru multe țestoase de mare, el favorizează un plastron tare dedesubt, dar o armură mai uşoară deasupra. Şi e plauzibilă ideea

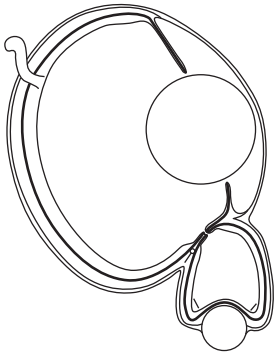


Fig. 27 – Ochiul suplimentar al lui *Bathylychnops*

că *Odontochelys* n-a făcut decât să ducă această tendință puțin mai departe.

Pe de altă parte, dacă autorii chinezi au dreptate că *Odontochelys* era pe cale să dezvolte o carapace întreagă, şi că aceasta a evoluat în apă, ar rezulta că țestoasele de uscat moderne, care posedă carapace întregi, descind din țestoasele de apă. Acest lucru, vom vedea, este probabil adevărat. Dar e uimitor, fiindcă înseamnă că țestoasele de uscat de astăzi reprezintă o *a doua* migrație din apă pe uscat. Nimeni n-a pretins vreodată că o balenă sau un dugong *s-au întors* pe uscat după ce au invadat apa. Scenariul alternativ pentru țestoasele de uscat este că ele s-au aflat tot timpul pe uscat şi au dezvoltat carapacea independent, în paralel cu verii lor acvatici. Nu e imposibil, dar avem toate motivele să credem că țestoasele de mare s-au întors într-adevăr pe uscat pentru a deveni țestoase terestre.

Dacă desenăm arborele genealogic al tuturor țestoaselor moderne de apă şi de uscat (figura 28) pe baza analizelor moleculare şi a altor comparații, aproape toate ramurile sunt acvatice (notate cu caractere normale). Țestoasele de uscat sunt notate cu caractere groase, şi se vede că alcătuiesc astăzi o singură ramură, *Testudinidae*, înconjurată de numeroase ramuri de chelonieni acvatici. Toți verii apropiați sunt acvatici. Țestoasele de uscat moderne reprezintă doar o ramură într-un desiş de țestoase de apă. Strămoşii lor acvatici au mărşăluit înapoi pe uscat – fapt compatibil cu ipoteza că în apă s-a dezvoltat carapacea, la o ființă precum *Odontochelys*. Numai că apare o nouă dificultate: dacă privim arborele genealogic, observăm că, pe lângă *Testudinidae*, adică toate țestoasele de uscat moderne, avem două genuri fosile de animale cu carapace completă

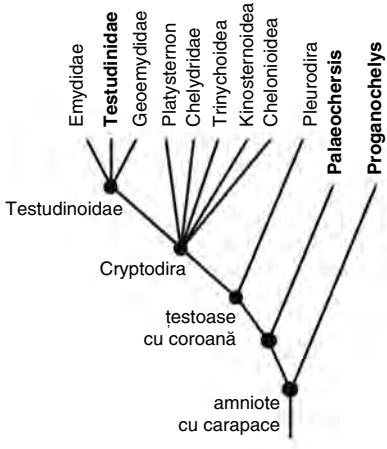


Fig. 28 – Arborele genealogic al țestoaselor de uscat și de apă

caractere **groase** = țestoase de uscat
caractere normale = țestoase de apă

numite *Proganochelys*[1] și *Palaeochersis*. Acestea apar ca țestoase de uscat din motive la care voi ajunge în paragraful următor. Ele se află în afara ramurilor reprezentând țestoasele de apă. S-ar părea că cele două genuri sunt țestoase de uscat străvechi.

Înainte să fie descoperită *Odontochelys*, aceste două fosile erau cei mai vechi chelonieni cunoscuți. La fel ca *Odontochelys*, trăiau în triasicul târziu, dar cu vreo 15 milioane de ani mai târziu decât aceasta. Unele autorități în materie le-au reconstituit în ideea că trăiau în ape dulci, dar dovezile recente le plasează chiar

1. Mi se spune că denumirea nu e chiar corectă în greceşte (vezi Joyce şi Gauthier, 2004). Ar trebui folosit mai degrabă termenul *Progonochelys*. Ar însemna ceva de tipul „țestoasă ancestrală“ sau „țestoasă primordială“, şi nu mă pot abține să mă gândesc la autorii inițiali, care probabil că tocmai asta vroiau să spună. Din păcate, regulile nomenclatorului zoologic sunt stricte, şi nici măcar greşelile evidente nu pot fi corectate, odată apărute în paginile unei publicații de clasificare. Taxonomia geme de asemenea erori fosilizate. Preferata mea este *Khaya*, „mahonul african“. Legenda spune – şi-mi doresc tare mult s-o cred – că, într-o limbă de-a locului respectiv, înseamnă „habar n-am“, cu subtextul presupus: „…şi nici nu-mi pasă, aşa că de ce-mi tot pui întrebări prosteşti despre numele plantelor?“ (*N. a.*)

pe uscat, aşa cum indică literele groase din diagramă. Ne-am putea întreba cum se stabileşte dacă o fosilă, mai ales dacă e şi fragmentară, provine de la un animal care a trăit pe uscat sau în apă. Uneori e evident. Ihtiozaurii, de exemplu, erau reptilieni contemporani cu dinozaurii, având aripioare şi corpuri hidrodinamice. Dacă fosilele arată ca nişte delfini, sigur trăiau în apă, ca delfinii. La ţestoasele de apă şi de uscat nu-i chiar atât de clar. După cum e de aşteptat, cel mai mult le trădează membrele. Aripioarele se deosebesc de picioare. Walter Joyce şi Jacques Gauthier, de la Universitatea Yale, au pornit de la această intuiţie de bun-simţ şi au oferit date în sprijinul ei. Au făcut trei rânduri de măsurători ale oaselor braţului şi mâinii la 72 de specii de chelonieni vii. Voi rezista ispitei de a intra în amănunte, dar concluzia a fost clară: aceste animale avuseseră picioare, nu aripioare. Erau deci ţestoase de uscat, nu de apă. Trăiau pe uscat. Erau totuşi doar veri îndepărtaţi ai ţestoaselor de uscat moderne.

Avem aşadar o problemă reală. Dacă, aşa cum credeau autorii articolului în care era prezentată *Odontochelys*, fosila lor cu jumătate de carapace arată că dezvoltarea carapacei s-a produs în apă, cum se explică două genuri de ţestoase de uscat cu carapace întregi, 15 milioane de ani mai târziu? Până la descoperirea lui *Odontochelys*, n-aş fi ezitat să afirm că *Proganochelys* şi *Palaeochersis* erau reprezentative pentru tipul ancestral terestru *dinainte* de revenirea în apă. Carapacea a evoluat pe uscat. Unele ţestoase cu carapace s-au întors în mare, aşa cum aveau să facă mai târziu focile, balenele şi dugongii. Altele au rămas pe uscat, dar au dispărut. Apoi, unele ţestoase de apă s-au întors pe uscat, unde au dat naştere tuturor ţestoaselor de uscat moderne. Asta aş fi spus – ba chiar asta spuneam în prima formă a capitolului de faţă, înaintea anunţului despre *Odontochelys*. Dar *Odontochelys* a anulat orice speculaţii. Avem acum trei posibilităţi, toate la fel de incitante:

1. *Proganochelys* şi *Palaeochersis* ar putea fi supraviețuitori ai animalelor de uscat care-şi trimiseseră mai devreme câțiva emisari în mare, inclusiv pe strămoşii lui *Odontochelys*. Această ipoteză ar sugera că dezvoltarea carapacei a survenit pe uscat foarte devreme şi că *Odontochelys* şi-a pierdut partea dorsală a carapacei în apă, rămânându-i doar plastronul ventral.

2. Carapacea poate să fi evoluat în apă, aşa cum afirmă autorii chinezi, plastronul de la nivelul ventral evoluând primul, iar partea dorsală mai târziu. În acest caz, cum se explică *Proganochelys* şi *Palaeochersis*, care au trăit pe uscat *după* ce *Odontochelys* a trăit, cu jumătatea ei de carapace, în apă? La *Proganochelys* şi *Palaeochersis*, carapacele s-ar fi putut dezvolta independent. Dar mai există o posibilitate.

3. *Proganochelys* şi *Palaeochersis* ar putea fi reprezentantele unei mai vechi întoarceri din apă pe uscat. Nu-i aşa că este o idee fascinantă?

Suntem aproape siguri că unele țestoase de uscat s-au întors în mediul acvatic al strămoşilor lor peşti, devenind țestoase de apă, apoi s-au întors iarăşi pe uscat, ca o nouă încarnare a țestoaselor de uscat, familia *Testudinidae*. Acest lucru îl ştim aproape cu certitudine. Dar acum apare ipoteza că această revenire s-a petrecut *de două ori*! Nu doar ca să dea naştere țestoaselor de uscat moderne, ci şi mult mai devreme, în triasic, pentru a da naştere genurilor *Proganochelys* şi *Palaeochersis*.

Într-o altă carte (v. Dawkins, 1998, cap. 10) am spus că ADN-ul e „cartea genetică a morților“. Dat fiind modul în care funcționează selecția naturală, ADN-ul unui animal poate fi considerat o descriere a lumilor în care strămoşii au fost selectați natural. Pentru un peşte, cartea genetică a morților descrie mările ancestrale. Pentru noi şi pentru cele mai multe mamifere, toate capitolele vechi ale cărții se petrec în mare, iar toate cele recente pe uscat. Pentru balene, dugongi, iguane marine, pinguini, foci, lei de mare şi țestoase există şi o a treia secțiune a cărții, care povesteşte întoarcerea lor în mediul din trecutul îndepărtat – în mare. Pentru țestoasele de uscat însă, poate de două ori independent, cu două prilejuri despărțite de un hău de timp,

există o a patra secțiune a cărții, dedicată unei reapariții finale – oare chiar finală? – pe uscat. Mai există vreun alt animal pentru care această carte genetică a morților să fie un asemenea palimpsest de multiple răsuciri evolutive? Dacă mă gândesc la un caz şi mai complicat, nu pot să nu mă întreb ce e cu aceste țestoase trăind în ape dulci sau mlăştinoase (*terrapins*), rude apropiate ale țestoaselor de uscat. Oare strămoşii lor s-au mutat direct din mare în apele mlăştinoase şi apoi în cele dulci? Reprezintă ele un stadiu intermediar pe drumul dinspre mare înapoi spre uscat? E cu putință să reprezinte o nouă răsucire spre apă a unor strămoşi care erau de fapt țestoase de uscat moderne? Să fi făcut chelonienii o navetă înainte şi înapoi, la scara de timp a evoluției, între apă şi uscat? Este posibil ca palimpsestul să aibă şi mai multe straturi decât am presupus eu până acum?

POST-SCRIPTUM

Pe 19 mai 2009, în timp ce lucram la corectura cărții de față, descoperirea unei „verigi lipsă“ între primatele asemănătoare lemurienilor şi cele asemănătoare maimuțelor a fost anunțată în varianta electronică a revistei ştiințifice *PLOS One*. Denumită *Darwinius masillae*, aceasta a trăit cu 47 de milioane de ani în urmă în pădurile tropicale de pe teritoriul Germaniei actuale. Autorii descoperirii pretindeau că e vorba de cea mai completă fosilă de primată găsită vreodată – nu avea numai oase, ci şi piele, păr, câteva organe interne, ba chiar şi hrana ingurgitată înainte să moară. Aşa frumoasă cum e, *Darwinius masillae* (vezi planşa color 9) provoacă un asemenea val de entuziasm, încât uzul rațiunii e pus în dificultate. De exemplu, *Sky News* a proclamat-o „a opta minune a lumii“ care „în sfârşit, confirmă teoria evoluției a lui Charles Darwin“. Vai de mine! Mistica „verigii lipsă“ pare să nu-şi fi pierdut câtuşi de puțin din forță.

7

Oameni lipsă? Nu mai lipsesc!

În cea mai celebră carte a sa, *Originea speciilor*, Darwin expediază evoluția umană într-o singură propoziție: „Originea şi istoria omului vor ieşi la lumină.“ Aceasta e formularea din prima ediție, din care citez de fiecare dată, cu excepția cazurilor în care menționez o altă ediție. Până la a şasea (şi ultima), Darwin a cedat unui impuls interior, propoziția de mai sus devenind: „Originea şi istoria omului vor ieşi cu siguranță la lumină.“ Parcă-l văd pe marele om, cu tocul încremenit deasupra paginii ediției a cincea, meditând dacă să-şi permită luxul de a afirma ceva „cu siguranță“. Chiar şi aşa, propoziția sună calculat-eufemistic.

Darwin a amânat în mod deliberat pentru o altă carte, *Descendența omului*, discuția privind evoluția umană. Pesemne nu e de mirare că cele două volume ale lucrării ulterioare dedică mai mult spațiu subiectului menționat în subtitlu, *Selecția în raport cu sexul* (amplu investigat în legătură cu păsările) decât evoluției umane propriu-zise. Nu e de mirare, pentru că, pe vremea când scria Darwin, nu existau fosile care să ne lege pe noi, oamenii, de rudele noastre cele mai apropiate dintre primate. Darwin nu se putea orienta decât după maimuțele contemporane cu el, pe care le-a studiat minuțios, afirmând corect (şi aproape de unul singur) că rudele noastre în viață cele mai apropiate erau toate africane (gorilele şi cimpanzeii – pe atunci bonobii nu erau separați de cimpanzei, dar şi ei trăiesc tot în Africa) şi prezicând că, dacă se vor găsi vreodată fosile umane ancestrale,

pe continentul negru trebuiau căutate. Darwin regreta penuria de fosile, dar a păstrat o atitudine exigentă. Citându-l pe Lyell, mentorul său şi marele geolog al vremii, el arăta că „în toate clasele de vertebrate, procesul descoperirii de rămăşiţe fosile s-a dovedit extrem de lent şi supus hazardului“, apoi adăuga: „Nu trebuie uitat că regiunile unde e cel mai probabil să se afle rămăşiţe care leagă omul de vreo fiinţă cu aspect de primată n-au fost cercetate până astăzi de geologi.“ Despre Africa vorbea, dar urmaşii săi imediaţi i-au ignorat sfatul, căutând în schimb în Asia.

Ce-i drept, chiar acolo, în Asia, „verigile lipsă“ au început să nu mai lipsească. Dar acele prime fosile descoperite s-au dovedit a fi relativ recente: datau de mai puţin de un milion de ani, de pe vremea când hominizii erau destul de apropiaţi de oamenii moderni, migraseră deja din Africa şi ajunseseră până în Orientul Îndepărtat. Au fost botezate „Omul din Java“ şi „Omul din Beijing“, după siturile unde fuseseră descoperite. Pe Omul din Java l-a descoperit antropologul olandez Eugène Dubois în 1891. L-a numit *Pithecanthropus erectus*, subliniind astfel convingerea că-şi împlinise ambiţia vieţii şi descoperise „veriga lipsă“. Obiecţii au venit din două surse diferite, care mai curând l-au confirmat pe Dubois: unii au afirmat că rămăşiţele găsite de el erau strict umane; alţii, că proveneau de la un gibon uriaş. Mai târziu, Dubois a respins ipoteza că rămăşiţele Omului din Beijing, descoperite ulterior, semănau cu ale Omului său din Java. Extrem de posesiv, Dubois era convins că numai Omul din Java era adevărata verigă lipsă. Ca să sublinieze deosebirile faţă de numeroasele fosile ale Omului din Beijing, el a spus că erau apropiate de omul modern, iar Omul din Java, descoperit la Trinil, se situa între maimuţă şi om:

Pithecanthropus [Omul din Java] nu era propriu-zis om, ci un fel de gibon de talie uriaşă, dar superior gibonilor datorită creierului său de un volum foarte mare, deosebindu-se de ei şi prin capacitatea sa de a adopta o poziţie şi un mers erecte. Avea de două ori cefalizarea

[raportul dintre dimensiunea creierului şi cea a trupului] maimuţelor antropoide în general, şi jumătate din cea a omului. […] Volumul surprinzător al creierului – mult prea mare pentru o maimuţă antropoidă, dar mic în comparaţie cu creierul mediu, şi totuşi nu mai mic decât cel mai mic creier uman – a condus la concluzia aproape general acceptată că „omul-maimuţă“ de la Trinil, de pe insula Java, era într-adevăr un om primitiv. Din punct de vedere morfologic însă, ţeasta lui seamănă mult cu aceea a maimuţelor antropoide, în special a gibonului […].[1]

Pe Dubois l-a iritat faptul că alţii au înţeles din cuvintele lui că *Pithecanthropus* era de fapt un gibon uriaş, nu un intermediar între giboni şi oameni, aşa încât şi-a reafirmat cu tărie poziţia iniţială: „Cred în continuare, astăzi mai ferm ca niciodată, că *Pithecanthropus* de la Trinil este adevărata «verigă lipsă».“

Creaţioniştii s-au folosit ca de o armă politică de argumentul că Dubois dăduse înapoi şi nu mai susţinea că *Pithecanthropus* ar fi un intermediar între maimuţă şi om. Organizaţia creaţionistă Answers in Genesis a adăugat totuşi acest argument la lista celor discreditate, care nu mai trebuie folosite.[2] Să le recunoaştem creaţioniştilor de acolo măcar meritul că au alcătuit o asemenea listă. Cum spuneam, rămăşiţele de *Pithecanthropus* descoperite şi pe insula Java, şi la Beijing s-au dovedit a fi foarte recente, nu mai vechi de un milion de ani. Ele sunt clasificate acum, alături de oamenii de astăzi, în genul *Homo*, păstrând denumirea specifică dată de Dubois: *Homo erectus*.

Dubois nu şi-a ales bine partea de lume în care să caute „veriga lipsă“. Pentru el, olandez fiind, era firesc să se îndrepte mai întâi spre Indiile Răsăritene Olandeze, dar un om cu devotamentul lui ar fi trebuit să urmeze sfatul lui Darwin şi să meargă în Africa, pentru că acolo au evoluat strămoşii noştri, după cum vom vedea. Prin urmare, ce căutau aceste exemplare de

1. Dubois (1935), citat şi la adresa: http://www.talkorigins.org/pdf/fossil-hominids.pdf. (*N. a.*)

2. Vezi: http://www.answersingenesis.org/home/area/faq/dont_use.asp. (*N. a.*)

Fig. 29 – Craniu de *Homo georgicus*

Homo erectus atât de departe de Africa? Expresia „ieşirea din Africa“ e împrumutată de la Karen Blixen[1] şi se referă la marele exod al strămoşilor noştri de pe continentul negru. Au existat însă două exoduri, şi e important să nu le confundăm. Relativ recent, poate cu mai puţin de 100 000 de ani în urmă, hoarde rătăcitoare de membri ai speciei *Homo sapiens*, care arătau aproape la fel ca noi, au părăsit Africa şi s-au diversificat sub forma raselor pe care le vedem astăzi de jur împrejurul lumii: inuiţi, băştinaşi americani, aborigeni australieni, chinezi etc. Acestui exod recent i se aplică de regulă formula „ieşirea din Africa“. Dar a existat un exod african mai vechi, iar acei pionieri de tip *erectus* au lăsat în urma lor fosile în Europa şi Asia, inclusiv specimenele de pe insula Java şi de la Beijing. Cea mai veche fosilă cunoscută din afara Africii este aşa-numitul „Om din Georgia“[2], descoperit în această ţară caucaziană: o fiinţă de mici dimensiuni, al cărei craniu (destul de bine păstrat – v. figura 29) a fost estimat că datează din urmă cu aproximativ 1,8 milioane de ani. I s-a spus *Homo georgicus* (de către unii specialişti în taxonomie, deşi alţii nu-l recunosc drept o specie separată), indicând astfel că pare mai primitiv decât

1. Al cărei pseudonim literar a fost Isak Dinesen, dar eu prefer să-i spun pe numele ei adevărat, fiindcă mi-am petrecut primii ani ai copilăriei în apropiere de Karen, satul „de la poalele dealurilor Ngong“, numit astfel şi astăzi în onoarea ei. [În original, expresia este „out of Africa“, după romanul cu acest titlu al lui Karen Blixen – *n. t.*] (*N. a.*)

2. Vezi: http://www.talkorigins.org/faqs/homs/d2700.html. (*N. a.*)

Fig. 30 – Craniu de cimpanzeu

ceilalți refugiați vechi din Africa, toți clasificați ca *Homo erectus*. Câteva unelte de piatră ceva mai vechi decât Omul din Georgia au fost recent descoperite în Malaysia, însuflețind brusc o nouă căutare de oase fosile acolo. Oricum, toate aceste vechi fosile asiatice sunt relativ apropiate de omul modern, fiind astăzi clasificate în genul *Homo*; pentru predecesorii noştri şi mai vechi trebuie să mergem în Africa. Dar să ne gândim întâi la ce trebuie să ne aşteptăm din partea unei „verigi lipsă".

Să presupunem, de dragul argumentației, că luăm în serios înțelesul originar confuz al vechiului termen „verigă lipsă" şi căutăm un intermediar între cimpanzei (figura 30) şi noi înşine. Nu ne tragem din cimpanzei[1], dar e de presupus că strămoşul nostru comun cu aceştia era mai aproape de cimpanzei decât de noi. Nu avea un creier uriaş ca al nostru, probabil că nici nu mergea în poziție verticală, era pesemne mult mai păros decât noi, şi cu certitudine era străin de o trăsătură atât de avansat-umană cum e limbajul. Aşadar, chiar dacă trebuie să rămânem fermi în fața atât de răspânditei neînțelegeri şi să repetăm sus şi tare că nu ne tragem din cimpanzei, nu e absurd să ne întrebăm cum ar arăta un intermediar între ei şi noi.

Limbajul şi părul nu se fosilizează prea bine, dar putem căpăta indicii privind dimensiunea creierului de la craniu, şi privind mersul de la întregul schelet (inclusiv craniul, pentru că *foramen magnum*, deschizătura prin care trece coloana vertebrală, este îndreptată în jos la bipede şi mai spre ceafă la

1. Vezi http://talkorigins.org/faqs/homs/chimp.html. (*N. a.*)

patrupede). Candidații pentru „verigile lipsă“ ar putea avea oricare dintre aceste atribute:

1. o dimensiune intermediară a creierului şi un mers intermediar: poate un fel de târşâit împleticit, iar nu ținuta dreaptă şi mândră afişată de sergenții-majori şi de profesoarele de bune maniere;
2. un creier de dimensiunea celui al unui cimpanzeu, dar un mers în poziție dreaptă, specific uman;
3. un creier mare, mai degrabă ca de om, şi un mers în patru labe, ca de cimpanzeu.

Ținând cont de aceste posibilități, să examinăm deci unele dintre numeroasele fosile africane pe care le avem acum la dispoziție, însă Darwin, din păcate, nu le avea.

EU TOT MAI SPER, AL NAIBII CE SUNT…!

Dovezile moleculare (asupra cărora mă voi apleca în capitolul 10) ne arată că strămoşul nostru comun cu cimpanzeii a trăit în urmă cu vreo şase milioane de ani sau chiar puțin mai devreme, aşa încât să împărțim la doi acest interval şi să privim atent fosile vechi de trei milioane de ani. Cea mai celebră fosilă din această recoltă e „Lucy“, pe care Donald Johanson, descoperitorul ei în Etiopia, a clasificat-o drept *Australopithecus afarensis*. Din păcate, nu avem decât fragmente din craniul lui Lucy, dar maxilarul ei inferior s-a păstrat neaşteptat de bine. Lucy era măruntă după standardele moderne, deşi nu atât de mică precum *Homo floresiensis*, acea ființă scundă pe care ziarele au botezat-o „hobbitul“ şi care a dispărut definitiv uimitor de recent din insula indoneziană Flores. Lucy prezintă un schelet suficient de complet pentru a ne sugera că mergea pe sol în poziție verticală, dar că-şi găsea refugiu şi în copaci, dovedindu-se o cățărătoare agilă. Există probe concludente că toate oasele

atribuite lui Lucy provin de la un singur individ. Nu acelaşi lucru se poate spune şi despre aşa-numita „Primă Familie“, o colecţie de oase provenind de la cel puţin treisprezece indivizi, asemănători cu Lucy şi aparţinând aproape aceleiaşi recolte, care au fost îngropaţi la un loc, tot în Etiopia. Fragmentele de os aparţinând atât lui Lucy, cât şi Primei Familii ne dau o imagine destul de bună despre felul în care arătau membrii speciei *Australopithecus afarensis*, dar e greu de făcut o reconstituire completă şi fidelă din fragmente provenind de la atât de mulţi indivizi. Din fericire, un craniu aproape complet, denumit AL 444-2 (figura 31), a fost descoperit în 1992 în aceeaşi zonă din Etiopia, iar acesta din urmă a confirmat reconstituirile aproximative încercate anterior.

Fig. 31 – Craniul fosil AL 444-2

Iată concluziile rezultate după studierea lui Lucy şi a celor asemenea ei: aveau creierele cam de aceleaşi dimensiuni cu cimpanzeii, dar, spre deosebire de cimpanzei, mergeau în poziţie verticală, pe picioarele dinapoi, ca oamenii moderni – adică se potriveau celui de-al doilea scenariu ipotetic dintre cele trei de mai sus. Lucy şi ai ei aduceau cu nişte cimpanzei care ar fi mers în poziţie verticală. Bipedismul lor e confirmat spectaculos de urmele de picior mai mult decât grăitoare descoperite de Mary Leakey în cenuşa vulcanică fosilizată. Acestea se află mai spre sud, la Laetoli, în Tanzania, şi sunt mai vechi decât Lucy şi decât AL 444-2 – datează de 3,6 milioane de ani. Ele sunt în mod tradiţional atribuite unei perechi de *Australopithecus afarensis* care ar fi mers împreună (ţinându-se de mână?), dar ceea ce contează cu adevărat este că în

urmă cu 3,6 milioane de ani una sau mai multe maimuțe superioare mergeau deja în poziție verticală pe planetă noastră, pe două picioare destul de asemănătoare cu ale noastre, chiar dacă aveau creierele de dimensiunea creierului unui cimpanzeu de astăzi.

Pare foarte probabil ca specia pe care o numim *Australopithecus afarensis* – specia din care și Lucy făcea parte – să-i fi inclus pe strămoșii noștri de-acum trei milioane de ani. Alte fosile au fost plasate în diferite specii ale aceluiași gen și e practic sigur că strămoșii noștri erau și ei membri ai acelui gen. Primul australopitec descoperit, și care a dat specimenul tipic al genului, a fost așa-numitul „Copil din Taung". La vârsta de trei ani și jumătate, Copilul din Taung a fost mâncat de un vultur. Dovada constă în faptul că urmele lăsate de ciocul păsării în găvanele ochilor fosilei sunt identice cu cele lăsate de vulturii moderni în craniile maimuțelor moderne atunci când le smulg ochii. Biet Copil din Taung, în zadar zbierai în timp ce te purta prin aer bestia înaripată, și mare consolare ți-ai găsit în faima ce ți-a fost menită, să devii specimenul tipic al speciei *Australopithecus afarensis*, după două milioane și jumătate de ani! Biată mamă din Taung, ce-ai mai plâns în toiul pliocenului!

Specimenul tipic este cel dintâi individ al unei noi specii, care-și primește oficial numele și o etichetă virgină într-un muzeu.[1] Teoretic, descoperirile ulterioare sunt comparate cu specimenul tipic pentru a vedea în ce măsură se potrivesc. Copilul din Taung a fost descoperit în 1924 de antropologul sud-african Raymond Dart, care i-a și dat un nume nou-nouț de gen și specie.

Care e diferența între „gen" și „specie"? Să răspundem repede la această întrebare, ca să continuăm nestingheriți. Genul e o diviziune mai cuprinzătoare. Specia este inclusă în gen și adeseori îl împarte cu alte specii. *Homo sapiens* și *Homo erectus* – două specii ale genului *Homo*. *Australopithecus africanus* și

1. O listă utilă de specimene tipice de hominizi se găsește la adresa: http://www.talkori-gins.org/faqs/homs/tzpespec.html. (*N. a.*)

afarensis – două specii ale genului *Australopithecus*. Denumirea latinească a unui animal sau a unei plante include întotdeauna un nume generic (scris cu inițială majusculă), urmat de un nume specific (scris cu litere mici). Ambele nume se scriu cu caractere italice. Uneori există şi un nume subspecific suplimentar, aşezat după numele specific – de exemplu: *Homo sapiens neanderthalensis*. Specialiştii în taxonomie îşi dispută adeseori denumirile. De exemplu, mulți vorbesc despre *Homo neanderthalensis*, şi nu de *Homo sapiens neanderthalensis*, înălțându-l pe Omul de Neanderthal de la nivelul unei subspecii la nivel de specie. Numele generice şi numele specifice sunt şi ele adesea disputate, şi nu de puține ori trec prin revizuiri succesive în literatura ştiințifică. *Paranthropus boisei* a fost, la vremea lui, şi *Zinjanthropus boisei*[1], şi *Australopithecus boisei*, şi chiar şi acum este caracterizat de multe ori drept un australopitec robust, spre deosebire de cele două specii „delicate“ de *Australopithecus* menționate mai sus. Unul dintre mesajele acestui capitol se referă la natura oarecum arbitrară a clasificării zoologice.

---

1. Spre deosebire de boli, adeseori denumite după descoperitorii lor, speciile noi îşi primesc numele *de la* descoperitorii lor, dar niciodată *după* aceştia. Unui biolog i se prezintă astfel o frumoasă ocazie de a cinsti numele altui biolog sau, cum e cazul aici, al sponsorului său. Nu-i de mirare că distinsul meu coleg, răposatul W.D. Hamilton, a fost onorat de mai multe ori în felul acesta. Pe bună dreptate socotit unul dintre cei mai mari succesori ai lui Darwin din secolul XX, el avea un fel de a fi lugubru, amintind de personajul Eeyore din cărțile cu Winnie-the-Pooh de A.A. Milne (bineînțeles, nu varianta deplorabilă a lui Disney). Odată, Hamilton se afla pe o mică barcă, într-o expediție pe Amazon, când a fost înțepat de o viespe. Ştiindu-l un ilustru entomolog, tovarăşul său de călătorie l-a întrebat: „Bill, ştii măcar ce tip de viespe te-a înțepat?“ „Da“, a şoptit Bill pe un ton sumbru, în genul lui Eeyore. „Adevărul e că o cheamă la fel ca pe mine.“ (Vezi toate scrierile lui Hamilton, presărate cu propriile-i amintiri, în Hamilton [1996, 2001], al doilea dintre aceste volume conținând şi elogiul funerar pe care l-am rostit la înmormântarea lui.) (*N. a.*)

Revenind, Raymond Dart i-a dat numele generic de *Australopithecus* Copilului din Taung, specimenul tipic al genului, şi aşa ne-am pricopsit cu acest nume deprimant de plat atribuit strămoşului nostru. Înseamnă, pur şi simplu, „maimuță sudică" – n-are nimic de-a face cu Australia, care nu înseamnă decât „țară sudică". Dart ar fi putut să-şi folosească mai mult imaginația pentru un gen atât de important. Ar fi putut măcar să-şi închipuie că alți membri ai aceluiaşi gen aveau să fie descoperiți mai târziu la nord de Ecuator.

Puțin mai vechi decât Copilul din Taung, şi unul dintre cele mai bine păstrate cranii pe care le avem, deşi îi lipseşte maxilarul inferior, este acela botezat „Doamna Ples". Această Doamnă Ples care, de fapt, se poate să fi fost un mascul mărunt, iar nu o femelă masivă, îşi datorează porecla faptului că a fost inițial clasificată în genul zis *Plesianthropus*, care înseamnă „aproape om" şi e o denumire mai nimerită decât „maimuță sudică". Ar fi fost de sperat ca, odată ce specialiştii în taxonomie de mai târziu ar fi decis că Doamna Ples şi cei ca ea/el aparțineau în realitate aceluiaşi gen ca şi Copilul din Taung, numele generic al tuturor să fi devenit *Plesianthropus*. Din păcate, regulile nomenclaturii zoologice sunt stricte, chiar dacă riscă să devină pedanterie curată. Prioritatea atribuirii denumirilor capătă întâietate chiar şi în fața bunului-simț şi a nepotrivirii. Nu contează că „maimuța sudică" e o denumire stupidă – ea are câştig de cauză în fața numelui generic mult mai potrivit *Plesianthropus*, şi aşa va rămâne, dacă nu cumva… Eu, unul, tot mai sper, al naibii ce sunt!, că se va găsi cineva care să scoată la lumină, din cine ştie ce sertar prăfuit al vreunui muzeu sud-african, vreo fosilă de mult uitată, în mod evident de acelaşi tip ca Doamna Ples şi Copilul din Taung, dar care să aibă ataşată o etichetă mâzgălită cu „specimen tipic *Hemianthropus*, 1920". Dintr-o singură trăsătură de condei, toate muzeele din lume vor trebui să-şi reeticheteze specimenele şi mulajele de *Australopithecus*, iar cărțile şi articolele despre istoria străveche a

Fig. 32 – Craniul fosil numit Doamna Ples

hominizilor vor fi obligate să le urmeze exemplul. Programele de editare de text din toată lumea vor lucra ore suplimentare, adulmecând orice apariție a numelui generic *Australopithecus* şi înlocuindu-l cu *Hemianthropus*. Nu-mi vine în minte nici o altă situație în care normele internaționale să fie atât de rigide încât să dicteze, peste noapte, o modificare de limbaj retroactivă la scară mondială.

Voi trece acum la următoarea problemă importantă legată de pretinsele verigi lipsă şi de arbitrariul denumirii fosilelor. De bună seamă, când numele generic al Doamnei Ples a fost schimbat din *Plesianthropus* în *Australopithecus*, nimic nu s-a schimbat în lumea reală. E de presupus că nimeni nu se va simți tentat să creadă altceva. Şi totuşi, să ne gândim la un caz similar, în care o fosilă e reexaminată şi mutată dintr-un gen într-altul, din motive anatomice. Sau în care statutul său generic este disputat – asta chiar se întâmplă frecvent – de antropologi rivali. La urma urmei, e esențial pentru logica evoluției că vor fi existat indivizi plasați exact pe linia de demarcație dintre două genuri, să zicem *Australopithecus* şi *Homo*. E uşor să ne uităm la Doamna Ples şi la un craniu modern de *Homo sapiens* şi să spunem: da, nu încape îndoială că aceste două cranii aparțin unor genuri diferite. Dacă plecăm de la premisa pe care aproape toți antropologii de azi o acceptă, şi anume că genul *Homo* provine din strămoşi aparținând genului numit azi *Australopithecus*, rezultă în mod necesar că, undeva pe calea descendenței unei specii din cealaltă, se va fi aflat cel puțin un individ care să stea călare pe acea linie de demarcație. Iată o problemă importantă, aşa că voi zăbovi puțin asupra ei.

Având în minte forma craniului aşa-numitei Doamne Ples, considerat reprezentativ pentru specia *Australopithecus africanus* din urmă cu 2,6 milioane de ani, să ne uităm puţin la craniile din figura 33, denumite primul KNM ER 1813 şi al doilea KNM ER 1470. Ambele datează de circa 1,9 milioane de ani şi sunt plasate de cele mai multe autorităţi în materie în genul *Homo*. Astăzi, 1813 este clasificat ca *Homo habilis*, dar n-a fost aşa de la bun început. Până de curând, şi 1470 era plasat în aceeaşi categorie, dar există tendinţa de a-l reclasifica drept *Homo rudolfensis*. Iată cât de capricioase şi trecătoare sunt aceste denumiri! Dar nu contează – ambele par să se afle cu un picior bine înfipt în genul *Homo*. Diferenţa evidentă dintre acestea şi Doamna Ples sau alţii ca ea constă în faptul că Doamna Ples prezintă o faţă mai proeminentă şi o cutie craniană mai mică. În ambele privinţe, 1813 şi 1470 par mai umane, în timp ce Doamna Ples pare mai apropiată de maimuţe.

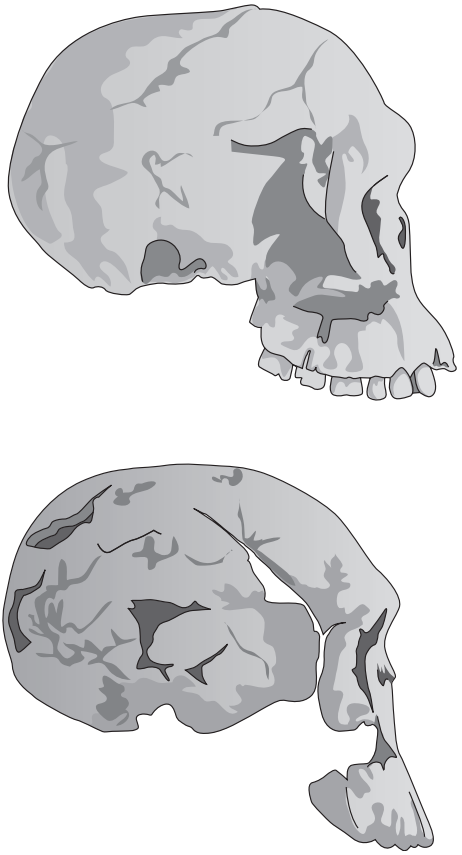


Fig. 33 – Craniile fosile denumite KNM ER 1813 (sus) și KNM ER 1470 (jos)

Fig. 34 – Craniul fosil OH 24, poreclit „Twiggy“

Să ne uităm acum şi la craniul zis „Twiggy“[1]. Şi acesta e clasificat azi ca *Homo habilis*, dar botul împins în față trimite cu gândul mai degrabă la Doamna Ples decât la KNM ER 1470 sau 1813. De aceea nu-i de mirare că unii antropologi au plasat-o pe Twiggy în genul *Australopithecus*, pe când alții, în genul *Homo*. Adevărul este că fiecare dintre aceste trei fosile au fost clasificate, la diferite momente, fie drept *Homo habilis*, fie drept *Australopithecus habilis*. Aşa cum spuneam, au existat autorități în materie care i-au dat lui KNM ER 1470 un alt nume specific, trecându-l de la *habilis* la *rudolfensis*. Şi, ca să le pună capac la toate, numele specific *rudolfensis* le-a fost alăturat ambelor nume generice, *Australopithecus* şi *Homo*. Rezumând, aceste trei fosile au primit în cursul timpului denumiri diferite de la oameni de ştiință diferiți, astfel[2]:

KNM ER 1813	*Australopithecus habilis*, *Homo habilis*
KNM ER 1470	*Australopithecus habilis*, *Homo habilis*, *Australopithecus rudolfensis*, *Homo rudolfensis*
OH 24 („Twiggy“)	*Australopithecus habilis*, *Homo habilis*

O asemenea confuzie de nume e de natură să ne zdruncine încrederea în ştiința evoluționistă? Dimpotrivă. Exact la aşa

1. Twiggy este porecla şi numele de scenă al fotomodelului britanic Leslie Lawson (născută Hornby, în 1949), un idol al tinerei generații în anii 1960–1970. (*N. t.*)

2. Vezi: http://www.mos.org/evolution/fossils/browse.php. (*N. a.*)

ceva trebuie să ne aşteptăm, dat fiind că toate aceste fiinţe sunt intermediari evolutivi, verigi care la un moment dat erau considerate a lipsi, dar acum nu mai lipsesc. Ar trebui să ne îngrijorăm dacă n-ar exista intermediari atât de aproape de liniile de demarcaţie încât să fie dificil de clasificat. Ba chiar, din punct de vedere evoluţionist, atribuirea de nume precise ar trebui să devină imposibilă dacă am avea un registru fosil mai bogat. Într-un fel, suntem norocoşi că fosilele sunt atât de rare. Dacă am avea un registru fosil continuu şi nefragmentar, acordarea de nume distincte speciilor şi genurilor ar deveni foarte problematică, dacă nu imposibilă. Concluzia logică ar fi că principala sursă de discordie printre paleoantropologi – dacă fosila denumită aşa-şi-aşa ţine de cutare gen şi cutare specie sau de altele – este profund şi în mod interesant futilă.

Să reţinem deci ideea că, printr-un mare noroc, am fi fost binecuvântaţi cu un registru fosil neîntrerupt al tuturor modificărilor evolutive, fără verigi lipsă – idee ipotetică. Să privim acum cele patru denumiri latineşti aplicate craniului fosil KNM ER 1470. La prima vedere, schimbarea de la *habilis* la *rudolfensis* ar putea părea de mai mică anvergură decât cea de la *Australopithecus* la *Homo*. Două specii în interiorul aceluiaşi gen sunt mai asemănătoare între ele decât două genuri, nu-i aşa? Nu pe asta se bazează distincţia dintre nivelul genului (să zicem *Homo* sau *Pan*, ca genuri alternative ale maimuţelor africane) şi nivelul speciei (să zicem *troglodytes* sau *paniscus*, în cadrul genului cimpanzeilor) în ierarhia clasificărilor? Ba da, sigur că da, cu condiţia să clasificăm animale moderne, pe care ni le putem imagina ca pe vârfurile tuturor crenguţelor arborelui evolutiv, predecesorii din interiorul coroanei arborelui fiind cu toţii morţi de mult, spre simplificarea sarcinii. În mod firesc, acele crenguţe a căror ramificaţie se află mai jos (în interiorul coroanei arborelui) tind să fie mai puţin asemănătoare decât cele a căror bifurcaţie (adică strămoşul comun mai recent) se află mai aproape de vârfurile lor. Sistemul funcţionează atâta

timp cât nu încercăm să clasificăm antecesorii dispăruți. Dar de îndată ce includem registrul fosil complet (și ipotetic), toate separațiile clare dispar. Numele discrete devin imposibil de aplicat ca regulă generală. Putem vedea foarte ușor acest lucru dacă ne întoarcem constant în timp, la fel cum am făcut cu iepurii în capitolul 2.

Pe măsură ce urmărim înapoi în timp ascendența omului modern, *Homo sapiens*, ajungem inevitabil la un orizont cronologic unde diferențele față de oamenii de astăzi erau suficient de mari pentru ca acele ființe să merite un alt nume specific, de pildă *Homo ergaster*. Și totuși, la fiecare pas înapoi pe acest drum, indivizii trebuie să fi fost suficient de asemănători cu părinții, respectiv copiii lor, pentru a fi plasați în aceeași specie. Dacă ne întoarcem și mai departe în timp și trasăm ascendența lui *Homo ergaster*, trebuie să ajungem la un orizont cronologic unde vom da peste indivizi suficient de diferiți față de „modelul principal" *ergaster* pentru a justifica un alt nume specific, de pildă *Homo habilis*. Iată, în fine, scopul acestui raționament. Pe măsură ce ne întoarcem în timp, la un moment dat vom găsi indivizi suficient de diferiți față de specia *Homo sapiens* modernă pentru a justifica un alt nume de gen, de pildă *Australopithecus*. Dificultatea e următoarea: „suficient de diferiți față de specia *Homo sapiens* modernă" este una, iar „suficient de diferiți față de cei mai vechi reprezentanți ai genului *Homo*" (desemnați aici sub denumirea *Homo habilis*) este cu totul altceva. Să ne gândim la primul specimen de *Homo habilis* care a venit pe lume. Părinții lui aparțineau genului *Australopithecus*. Adică acel copil aparținea unui alt gen decât părinții lui? Dar asta-i o prostie! Sigur că este, dar nu realitatea e cea care greșește, ci obstinația noastră de a vârî totul cu forța în categorii. Cert este că nu a existat niciodată un prim specimen al unei specii, al unui gen, al unui ordin, al unei clase, al unei încrengături. Orice ființă născută în orice moment va fi fost clasificată – presupunând că ar fi existat pe lângă ea un zoolog desemnat s-o

clasifice – exact în aceeaşi specie ca părinţii şi copiii ei. Şi totuşi, cu capacitatea noastră de a privi retroactiv şi cu avantajul – da, în acest sens paradoxal, e un avantaj – faptului că majoritatea acelor verigi lipsesc, devine posibilă clasificarea în specii, genuri, familii, ordine, clase şi încrengături distincte.

Îmi doresc să fi avut la dispoziţie un şir complet şi neîntrerupt de fosile, un registru cinematic al tuturor schimbărilor evolutive, aşa cum s-au petrecut ele. Mi-l doresc, nu în ultimul rând, pentru că mi-ar plăcea să văd feţele lungite ale tuturor acelor zoologi şi antropologi care se angajează în dispute de-o viaţă despre cine-ştie-ce fosilă care aparţine cutărei sau cutărei specii, cutărui sau cutărui gen. Domnilor – mă şi întreb de ce nu s-or băga niciodată şi doamnele în asemenea dispute –, vă certaţi pe nişte vorbe, nu pe o realitate. Aşa cum spunea Darwin în *Descendenţa omului*, „într-o serie de forme care se transformă pe nesimţite dintr-o fiinţă oarecare cu aspect de maimuţă în om, aşa cum îl vedem astăzi, ar fi cu neputinţă să ne fixăm asupra unui punct bine definit, de la care pornind ar trebui să folosim termenul «om»“.

Să ne întoarcem la fosile şi să privim câteva verigi mai recente care nu mai sunt verigi lipsă, deşi erau pe vremea lui Darwin. Ce intermediari putem găsi între noi şi diversele fiinţe precum KNM ER 1470 şi „Twiggy“, numite uneori *Homo*, alteori *Australopithecus*? Ne-am întâlnit deja cu câteva dintre ele, de exemplu Omul din Java şi Omul din Beijing, în mod normal clasificaţi ca *Homo erectus*. Dar aceştia doi au trăit în Asia şi există dovezi solide că evoluţia umană – în cea mai mare parte a ei – s-a desfăşurat în Africa. Omul din Java, Omul din Beijing şi cei aidoma lor au migrat de pe continentul-mamă Africa. În Africa, echivalentele lor sunt clasificate astăzi ca *Homo ergaster*, deşi mulţi ani au fost desemnate drept *Homo erectus* – iată o nouă ilustrare a nestatorniciei procedurilor noastre de atribuire a denumirilor ştiinţifice. Specimenul de *Homo ergaster* cel mai celebru – şi una dintre cele mai complete

fosile preumane descoperite vreodată – este „Băiatul de lângă [lacul] Turkana“ sau „Băiatul din Nariokotome“, descoperit de Kamoya Kimeu, maestru în găsirea fosilelor din echipa de paleontologi a lui Richard Leakey.

Fig. 35 – Craniu fosil de *Homo erectus*

Băiatul de lângă Turkana a trăit cu aproximativ 1,6 milioane de ani în urmă şi a murit la vreo unsprezece ani. Există indicii că ar fi crescut până la înălțimea de 1,80 metri dacă ar fi ajuns la maturitate. Volumul său cerebral de adult ar fi atins circa 900 de centimetri cubi – dimensiune tipică pentru creierul speciei *Homo ergaster*/*erectus*, de aproximativ 1 000 de centimetri cubi, substanțial mai mic decât creierul omului modern, care variază între 1 300 şi 1 400 de centimetri cubi, dar mai mare decât cele ale speciei *Homo habilis* (în jur de 600 de centimetri cubi), la rându-i mai mare decât cel al genului *Australopithecus* (în jur de 400 de centimetri cubi) şi cel al cimpanzeilor (cam de aceleaşi dimensiuni). Trăgeam concluzia mai devreme că strămoşul nostru din urmă cu trei milioane de ani avea creierul cât al unui cimpanzeu, în schimb mergea pe picioarele dinapoi. De aici putem presupune că a doua jumătate a poveştii, din urmă cu trei milioane de ani până în prezent, va trebui să fie povestea creşterii în dimensiuni a creierului. Ceea ce se şi dovedeşte.

Homo ergaster/*erectus*, din care avem la dispoziție multe specimene fosile, este o foarte convingătoare verigă intermediară, care nu mai e o verigă lipsă, între *Homo sapiens* de astăzi şi *Homo habilis* din urmă cu două milioane de ani, care

la rându-i reprezinta o minunată verigă de legătură cu *Australopithecus* din urmă cu trei milioane de ani, care, aşa cum am văzut, ar putea fi descris foarte bine ca un cimpanzeu cu mersul erect, biped. Câte verigi mai trebuie descoperite până să acceptăm că nu sunt „lipsă“? Putem arunca o punte între *Homo ergaster* şi *Homo sapiens* modern? Da – există un filon bogat de fosile, acoperind ultimele câteva sute de mii de ani, care sunt intermediari între cei doi. Unora li s-au dat nume specifice, ca *Homo heidelbergensis*, *Homo rhodesiensis* şi *Homo neanderthalensis*. Altele (uneori chiar aceleaşi) sunt numite *Homo sapiens* „arhaic“. Dar, aşa cum repet de fiecare dată, numele nu contează. Ceea ce contează e că verigile nu mai lipsesc, iar intermediarii abundă.

DU-TE ȘI UITĂ-TE!

Avem aşadar la dispoziție o minunată documentare fosilă a modificărilor graduale, de la Lucy, „cimpanzeul cu mers biped“, care trăia în urmă cu trei milioane de ani, până la noi, cei de astăzi. Cum răspund la asemenea dovezi negaționiştii istoriei? Unii le neagă pur şi simplu. M-am izbit de aşa ceva într-un interviu pe care l-am realizat în 2008 la postul Channel Four pentru documentarul de televiziune *Geniul lui Charles Darwin*. O intervievam pe Wendy Wright, preşedinta asociației „Femeile îngrijorate pentru America“. Opinia ei cum că „pilula de-a doua zi este cel mai bun prieten al pedofilului“[1] ne dă o bună imagine despre capacitățile de a raționa ale doamnei, care nu s-a dezmințit câtuşi de puțin în cursul interviului. Numai o foarte mică parte a interviului a fost inclusă de postul de televiziune în

1. Vezi articolul „Morning-after pill blocked by politics“ („Pilula de-a doua zi blocată politic“), în *Atlanta Journal-Constitution*, 24 iunie 2004. (*N. a.*)

documentar. Inserez aici o transcriere mult mai amplă, dar, pentru scopurile acestui capitol, m-am limitat la părțile în care am discutat despre ascendența omului şi registrul fosil.

Wendy: Ce nu pot să accept eu sunt evoluționiştii cărora le lipseşte şi-acum temeiul ştiințific. Şi-atunci, ce se-ntâmplă? Păi, ştiința care nu-şi argumentează pledoaria în favoarea evoluției – afară cu ea. Pentru că, nu-i aşa?, nu există dovezi ale evoluției, care să facă trecerea de la o specie la alta. Dac-ar fi aşa, dacă evoluția chiar avea loc aşa cum se spune, indiferent dacă se făcea trecerea de la păsări la mamifere sau… sau… chiar şi dincolo de ele, precis c-ar fi existat măcar o dovadă solidă.

Richard: Dar există mormane de dovezi. Nu te supăra, dar voi, ăştia, nu faceți decât să repetați același lucru ca pe-o mantră, pentru că, de fapt, stați şi v-ascultați unii pe alții. Zău aşa, nu trebuie decât să deschideți ochii şi să vă uitați la probele alea.

Wendy: Arată-mi-le, arată-mi probele, arată-mi oasele, arată-mi hoiturile, arată-mi dovezile stadiilor intermediare dintre o specie şi alta.

Richard: De fiecare dată când se găseşte o fosilă care e la mijloc, între două specii, voi spuneți: „Da, şi-avem două verigi lipsă, unde pân-acum nu era decât una“. Păi, aproape fiecare fosilă dezgropată e un intermediar între ceva şi altceva.

Wendy [*râde*]: Dac-ar fi aşa cum spui, Muzeul de Istorie Naturală Smithsonian ar fi plin de asemenea exemple, dar uite că nu e.

Richard: Ba este, este… În cazul oamenilor, de pe vremea lui Darwin şi până acum, s-au strâns o mulțime de dovezi despre stadiile intermediare la fosilele umane, şi sunt o serie întreagă de specii de *Australopithecus*, de exemplu, şi de… mai e şi *Homo habilis* – ăştia-s intermediari între *Australopithecus*, care era specia mai veche, şi *Homo sapiens*, care e specia mai tânără. Zău aşa, de ce nu-i vedeți ca intermediari?

Wendy: …dacă evoluția posedă asemenea probe concrete, ar fi expuse în muzee, nu doar în ilustrațiile cărților.

Richard: Ți-am spus chiar acum despre *Australopithecus*, *Homo habilis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens* – *Homo sapiens* arhaic şi pe urmă *Homo sapiens* modern. Ai o serie minunată de intermediari.

Wendy: Iar ție-ți lipsesc în continuare dovezile materiale, ca să…

Richard: Ai chiar în față dovezile materiale. Du-te la muzeu și uită-te la ele… Nu le am eu aici la mine, bineînțeles, dar te poți duce la orice muzeu și-o să-l vezi acolo pe *Australopithecus*, o să-l vezi pe *Homo habilis*, o să-l vezi pe *Homo erectus*, o să-i vezi pe *Homo sapiens* arhaic și pe *Homo sapiens* modern, o minunată serie de intermediari. De ce-mi tot spui „Arată-mi probele", când eu chiar asta am făcut? Du-te la muzeu și uită-te!

Wendy: M-am dus. Am fost la muzee și tot suntem atât de mulți neconvinși…

Richard: Ai văzut… L-ai văzut pe *Homo erectus*?

Wendy: Și părerea mea este că se face un efort, un efort atât de agresiv în încercarea de-a ne închide gura și de-a ne cenzura. Am impresia că vine dintr-o frustrare că sunt atâția oameni, atât de mulți, care nu cred nici azi în evoluție. Dacă evoluționiștii ar fi atât de încrezători în convingerile lor, n-ar mai face atâtea eforturi de a înlătura informația. Mie asta-mi arată, că evoluția n-are încă tot ce-i trebuie și este în continuare îndoielnică.

Richard: Sunt… Mărturisesc: da, sunt frustrat. Nu-i vorba de reprimare, e vorba de faptul că ți-am pomenit aici patru sau cinci fosile… [*Wendy râde.*]… Și am impresia că tu pur și simplu ignori ce spun eu… De ce nu te duci să te uiți la fosilele astea?

Wendy: Dac-ar fi în muzeele în care am fost de-atâtea ori, m-aș uita la ele cu obiectivitate, dar la ce vreau să revin…

Richard: Sunt în muzeu.

Wendy: …la ce vreau să revin este că filozofia evoluției poate conduce la ideologii care s-au dovedit în trecut atât de distructive pentru specia umană…

Richard: Da, dar nu ți se pare o idee bună, în loc să punctezi percepțiile greșite asupra darwinismului, care au fost hidos răstălmăcite politic, să încerci măcar să înțelegi darwinismul, și-atunci ai fi în postura de a contracara orice înțelegere monstruos de greșită?

Wendy: Nu știu, adevărul este că suntem adesea forțați de agresivitatea celor care susțin evoluția. Nu poți să spui că ne ascundem de toate informațiile astea pe care le tot prezentați. Nu poți să spui că nu le cunoaștem, că doar nu putem scăpa de ele. Ne sunt băgate pe gât întruna.

Dar cred că frustrarea ta vine din faptul că suntem atât de mulți cei care am văzut informațiile voastre şi tot nu vă-nghițim ideologia.

Richard: L-ai văzut pe *Homo erectus*? L-ai văzut pe *Homo habilis*? L-ai văzut pe *Australopithecus*? Ți-am pus întrebarea asta.

Wendy: Ce am văzut este că muzeele şi manualele, ori de câte ori pretind că arată diferențele evolutive dintre o specie şi alta, se bazează pe ilustrații şi desene… nu pe vreo dovadă materială.

Richard: Bine, poate că va trebui să te duci la muzeul din Nairobi ca să vezi fosilele originale, dar vei putea vedea mulaje după fosile – copii exacte ale acelor fosile propriu-zise – în orice muzeu cât de cât important în care vei intra.

Wendy: Ştii ce? Dă-mi voie să te-ntreb de ce eşti atât de agresiv? De ce este atât de important pentru tine ca toți ceilalți să creadă ce crezi tu?

Richard: Eu nu vorbesc despre credință, vorbesc despre fapte. Ți-am vorbit despre anumite fosile şi, de fiecare dată când te-ntreb ceva despre ele, eviți întrebarea şi-mi vorbeşti despre altceva.

Wendy: …Ar trebui să existe şi să te strivească tone de dovezi materiale, nu doar un caz, acolo, izolat, dar îți repet: nu există probe.

Richard: M-am oprit din întâmplare la fosilele de hominizi, fiindcă m-am gândit că te-ar interesa mai mult, dar se găsesc fosile asemănătoare din orice grup de vertebrate care-ți vine-n minte.

Wendy: Eu cred c-o să revin la întrebarea de ce este atât de important pentru tine ca toată lumea să creadă în evoluție…

Richard: Nu-mi place cuvântul „să creadă“. Prefer să le cer oamenilor pur şi simplu să privească dovezile şi te rog pe tine să priveşti dovezile… Aş vrea să te duci în muzee, şi să priveşti acolo faptele, şi să nu mai crezi ce ți s-a spus, că nu există probe. Du-te şi uită-te la dovezi.

Wendy [*râde*]: Da, şi ce-aş spune eu…

Richard: Nu-i de râs. Vorbesc serios, du-te, pe bune, du-te. Ți-am spus despre fosilele de hominizi, dar te poți duce să vezi evoluția calului, te poți duce să vezi evoluția primelor mamifere, te poți duce să vezi evoluția peştilor, te poți duce să vezi tranziția de la peşti la amfibienii şi reptilele care au ieşit pe uscat. Oricare dintre lucrurile astea îl vei găsi

în orice muzeu bun. Tot ce trebuie să faci e să deschizi ochii şi să priveşti faptele.

Wendy: Iar eu îți spun: deschide ochii şi vezi comunitățile construite de cei care cred într-un Dumnezeu iubitor, care ne-a creat pe fiecare dintre noi…

Din acest dialog reprodus mai sus s-ar putea înțelege că eu mă încăpățânam prosteşte cu rugămintea de a se duce la orice muzeu şi a deschide ochii, însă chiar voiam s-o facă. Sunt oameni învățați de alții să spună „Nu există fosile, arată-mi dovezile, arată-mi o singură fosilă…" – şi repetă de atâtea ori, încât ajung s-o creadă şi ei. Aşa că am încercat să-i pomenesc trei sau patru fosile acestei femei şi să nu-i îngădui să se fofileze ignorându-le. Rezultatele sunt deprimante şi constituie un bun exemplu al tacticii folosite de negaționiştii istoriei atunci când se confruntă cu evidența: o ignoră pur şi simplu, şi repetă mantra: „Arată-mi fosilele. Unde sunt fosilele? Nu există fosile. Arată-mi o singură fosilă intermediară, e tot ce-ți cer…"

Alții se încurcă în denumiri şi în tendința inevitabilă a denumirilor de a stabili false diviziuni acolo unde nu există nici o diviziune. Fiecare fosilă care ar putea reprezenta un stadiu intermediar e prompt clasificată ori ca *Homo*, ori ca *Australopithecus*. Nici una nu este vreodată clasificată ca intermediar. Prin urmare, nu există intermediari, nu-i aşa? Dar, după cum am arătat mai sus, avem de-a face cu o consecință inevitabilă a convențiilor din nomenclatura zoologică, nu cu o realitate a lumii concrete. Cel mai desăvârşit intermediar pe care ni-l putem imagina *tot* s-ar trezi plasat fie în genul *Homo*, fie în genul *Australopithecus*. În realitate, probabil că ar fi numit *Homo* de jumătate dintre paleontologi, şi *Australopithecus* de cealaltă jumătate. Din păcate, în loc să se adune laolaltă ca să ajungă la un consens asupra faptului că fosilele intermediare, care creează ambiguități, sunt exact ceea ce ar trebui să *aşteptăm* de la teoria evoluției, paleontologii vor lăsa probabil impresia falsă că sunt

în stare să-şi dea în cap unii altora, de câte neînțelegeri apar între ei pe motive terminologice.

Situația seamănă puțin cu distincția legală dintre un adult şi un minor. În scopuri juridice şi pentru a decide dacă un tânăr are vârsta necesară pentru a vota sau a se înrola în armată, trebuie să existe o distincție absolută. În 1969, vârsta legală pentru votare a fost coborâtă în Marea Britanie de la 21 la 18 ani (în 1971, aceeaşi modificare a intervenit şi în Statele Unite). Acum se vorbeşte că ar putea fi coborâtă până la 16 ani. Dar indiferent care e vârsta legală la care poți vota, nimeni nu crede în mod serios că fix la miezul nopții în ziua când împlineşti 18 ani (sau 21, sau 16) te transformi brusc într-o altă persoană. Nimeni nu crede în mod serios că există două feluri de oameni, copii şi adulți, fără intermediari. Înțelegem cu toții că întreaga perioadă a creşterii e un lung exercițiu al stadiilor intermediare. Despre unii dintre noi se poate spune că nu se maturizează niciodată cu adevărat. Tot aşa, evoluția umană, de la ființele etichetate drept *Australopithecus afarensis* până la *Homo sapiens*, a constat într-o serie nesfârşită de părinți care au dat naştere unor copii care cu siguranță ar fi fost plasați, de orice specialist contemporan în taxonomie, în aceeaşi specie ca părinții lor. Privind retrospectiv şi din motive care nu sunt cu mult diferite de cele juridice, taxonomiştii moderni insistă să aplice o etichetă oricărei fosile, pe care să scrie ori *Australopithecus*, ori *Homo*. În muzee nici nu se pune problema ca etichetele să menționeze ceva de tipul: „la jumătatea drumului între *Australopithecus africanus* şi *Homo habilis*“. Negaționiştii istoriei trag tare în direcția tuturor acestor denumiri convenționale, ca şi cum ele ar constitui *dovezile* unei lipse a intermediarilor în lumea reală. S-ar putea spune foarte bine că nu există ceva numit adolescent, pentru că orice persoană la care te uiți se dovedeşte a fi ori adult cu drept de vot (de la 18 ani în sus), ori copil fără drept de vot (sub această vârstă). E totuna cu a spune că necesitatea de ordin

juridic de a impune un prag al vârstei la care capeți drept de vot dovedește că adolescenții nici nu există de fapt.

Dar să revin la fosile. Dacă apologeții creaționismului au dreptate, *Australopithecus* este „o maimuță și-atât", drept care predecesorii săi n-au nici o relevanță în căutarea „verigii lipsă". Chiar și așa, ne putem uita la el. Există câteva urme – ce-i drept însă, fragmentare. *Ardipithecus*, care a trăit cu 4–5 milioane de ani în urmă, e cunoscut mai ales după dinți, dar s-au găsit și destule oase ale craniului și picioarelor pentru a sugera celor mai mulți dintre anatomiștii care le-au văzut că acea ființă mergea în două picioare. O concluzie asemănătoare au tras descoperitorii a două fosile încă și mai vechi, *Orrorin* („Omul Mileniului") și *Sahelanthropus* (sau Toumai – figura 36).

Sahelanthropus este remarcabil prin vechimea sa (șase milioane de ani, apropiat ca vârstă de strămoșul comun al oamenilor și cimpanzeilor) și prin faptul că a fost găsit la mare distanță spre vest de Valea Riftului din Ciad, unde porecla sa – Toumai – înseamnă „Speranța vieții". Alți paleoantropologi sunt sceptici în privința bipedismului celor două specimene, *Orrorin* și *Sahelanthropus*, susținut de descoperitorii lor. Așa cum ar putea remarca un cinic, la fiecare asemenea fosilă problematică, printre cei care se îndoiesc se numără și descoperitorii celorlalte!

Fig. 36 – Craniu fosil de *Sahelanthropus*

Mai mult decât alte domenii ale științei, paleoantropologia este notorie pentru felul în care o sapă – sau o însuflețesc? – rivalitățile. Va

trebui să admitem că registrul fosil care să facă legătura între maimuța care mergea erect şi biped, *Australopithecus*, şi strămoşul (probabil) cvadruped, pe care-l avem comun cu cimpanzeii, rămâne unul destul de sărac. Nu ştim cum s-au ridicat strămoşii noştri pe picioarele dinapoi. Avem nevoie de mai multe fosile. Dar să ne bucurăm măcar de registrul fosil pe care-l avem, mai bun decât cel de pe vremea lui Darwin, care ne arată cum s-a trecut de la *Australopithecus*, cu creierul de mărimea creierului de cimpanzeu, la omul modern *Homo sapiens*, cu capul său ca un balon şi creierul atât de mare.

În această secțiune a cărții am reprodus imagini ale unor cranii şi mi-am îndemnat cititorii să le compare între ele. Poate ați observat, de exemplu, proeminența botului la unele fosile sau pe cea a crestei frontale. Uneori diferențele sunt foarte subtile, din ele putând fi evaluate trecerile graduale de la o fosilă mai veche la una mai recentă. Dar acum vreau să introduc o complicație care se va transforma într-o problemă interesantă în sine. Modificările survenite în cursul vieții unui individ pe măsură ce creşte sunt cu siguranță mult mai spectaculoase decât cele pe care le vedem când comparăm adulții din generațiile succesive.

Fig. 37 – Craniu de cimpanzeu cu puțin înainte de naștere

Craniul din figura 37 i-a aparținut unui cimpanzeu care mai avea foarte puțin până să se nască. Evident, este complet diferit de craniul de cimpanzeu adult din figura 30 şi aduce mult

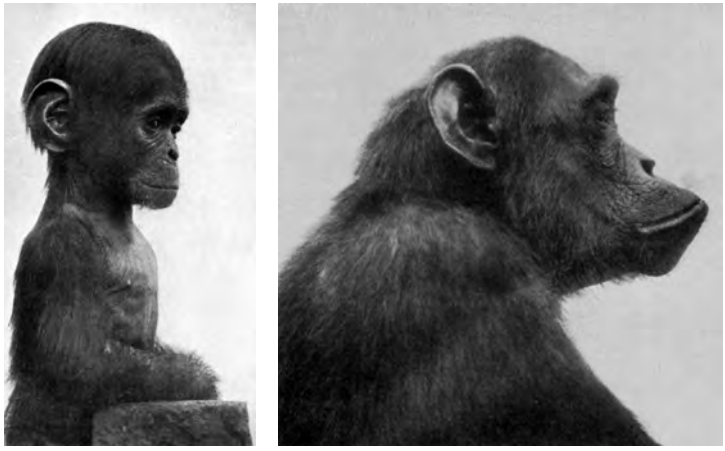


Fig. 38 – Cimpanzeu pui și adult (foto: Herbert Lang)

mai mult cu un craniu uman (atât de adult, cât şi de bebeluş). Există şi o imagine deseori reprodusă (figura 38), cu doi cimpanzei, un pui şi un adult, care-şi propune să ilustreze ideea interesantă potrivit căreia în evoluția umană caracteristicile juvenile s-au păstrat şi la maturitate (sau – ceea ce nu e neapărat acelaşi lucru – că ne maturizăm sexual, dar corpurile noastre rămân juvenile). Fotografia mi s-a părut prea bună ca să fie adevărată, aşa că i-am trimis-o colegului meu Desmond Morris ca să-i aflu opinia de specialist. Ar putea fi o făcătură? l-am întrebat. Văzuse vreodată un pui de cimpanzeu care să arate chiar atât de uman? Morris mi-a răspuns că era sceptic în privința umerilor şi a spatelui, dar capul i se părea plauzibil: „Cimpanzeii au de regulă o poziție cocoşată, iar aici e un gât drept, ca de om. Dacă te uiți însă numai la cap, fotografia pare fidelă.“ Sheila Lee, care s-a ocupat din partea editurii de imaginile cărții de față, a găsit sursa acestei fotografii celebre: ea a fost făcută în timpul unei expediții organizate de Muzeul American de Istorie Naturală, în anii 1909–1915, în bazinul fluviului Congo. Animalele nu mai trăiau când li s-a făcut poza, iar fotograful, Herbert Lang, era şi expertul în taxidermie al

expediției. Putem presupune deci că poziția ciudat de umană a puiului de cimpanzeu se datorează unei proaste împăieri, dacă muzeul n-ar susține că Lang îşi fotografia specimenele *înainte* să le împăieze. Chiar şi aşa, poziția unui cimpanzeu mort poate fi ajustată, dar nu şi a unuia viu. Concluzia lui Desmond Morris pare să stea în picioare, dacă mi se permite jocul de cuvinte. Poziția cvasiumană a umerilor puiului poate fi considerată suspectă, dar capul pare convingător.

Uitându-ne doar la cap şi, chiar dacă umerii nu par să suporte povara autenticității, se vede imediat că orice comparație între craniile unor fosile adulte riscă să ne inducă în eroare. Sau, ca să punem problema ceva mai constructiv, diferențele mari dintre capetele adulte şi cele juvenile arată cât de uşor se poate modifica o caracteristică precum proeminența botului pentru a deveni aproape umană. Embriologia cimpanzeilor „ştie“ să producă un cap ca de om, pentru că asta face la orice pui de cimpanzeu în primii ani de viață. Pare plauzibil că, pe măsură ce *Australopithecus* a evoluat prin diverşi intermediari către *Homo sapiens*, scurtându-şi constant botul, a făcut-o păstrând la maturitate caracteristicile juvenile (proces numit neotenie şi menționat în capitolul 2). În orice caz, o mare parte a schimbărilor evolutive constau în modificarea ritmului cu care cresc anumite părți ale corpului în raport cu altele. E vorba de aşa-numita creştere heterocronică („în ritmuri diferite“). Ceea ce vreau să spun este că schimbările evolutive sunt o joacă de copii odată ce acceptăm realitatea observabilă a modificărilor embriologice. Embrionii sunt modelați de creşterea diferențiată – diferitele părți ale lor cresc în ritmuri diferite. Craniul unui pui de cimpanzeu se transformă în craniu de adult prin creşterea relativ rapidă a oaselor maxilarelor în raport cu alte oase ale craniului. Repet: orice animal din orice specie se modifică în cursul dezvoltării embriologice mult mai mult decât se modifică forma adultului tipic de la generație la generație, cu trecerea erelor geologice. Iar acesta e un indiciu pentru relevanța embriologiei în evoluție.

8

Nu v-au trebuit decât nouă luni

J.B.S. Haldane, geniul arțăgos celebru nu doar pentru că s-a numărat printre cei trei arhitecți de frunte ai neodarwinismului, a fost provocat odată de o doamnă la sfârşitul unei conferințe publice. E o anecdotă care a circulat oral, iar John Maynard Smith din păcate nu mai este printre noi ca să confirme cuvânt cu cuvânt dialogul, dar iată cam cum s-a desfăşurat el:

O evolu-sceptică: Domnule profesor Haldane, chiar şi cu miliardele de ani despre care spuneți c-a avut la dispoziție evoluția, mie pur şi simplu nu-mi vine a crede că se poate ajunge de la o singură celulă până la un corp uman complicat, cu miliardele lui de celule organizate în oase, muşchi şi nervi, într-o inimă care pompează fără încetare decenii în şir, cu kilometri de vase de sânge şi canalicule renale, şi cu un creier capabil să gândească, să vorbească şi să simtă.

J.B.S. Haldane: Bine, doamnă, dar şi dumneavoastră ați făcut exact acelaşi lucru. Şi nu v-au trebuit decât nouă luni.

Cea care i-a pus întrebarea a rămas pesemne năucită de sinceritatea frustă a răspunsului dat de Haldane. Eufemistic vorbind, a rămas fără vânt în pânze. Dar poate că, într-o anumită privință, replica lui Haldane a nemulțumit-o. Nu ştiu dacă i-a mai pus vreo întrebare, dar, dacă da, cam aşa trebuie să fi sunat:

O evolu-sceptică: Da, sigur, numai că embrionul se dezvoltă urmând nişte instrucțiuni genetice. Iar dumneavoastră, domnule profesor Haldane,

susțineți că tocmai aceste *instrucțiuni* despre cum trebuie construit un organism complicat au evoluat prin selecție naturală. Iar mie, tot nu-mi vine să cred, chiar dacă evoluția dumneavoastră o fi durat şi un miliard de ani.

La urma urmei, observația e îndreptățită. Totuşi, chiar dacă o inteligență divină s-ar dovedi în ultimă instanță răspunzătoare de proiectarea întregii complexități a vieții, cu siguranță nu se pune problema că ar *modela* ființele vii aşa cum fac lutierii, tâmplarii, olarii, croitorii sau constructorii de automobile. Poate că suntem „concepuți miraculos", dar nu suntem şi „făcuți miraculos". Când copiii cântă „El le-a făcut culorile vii / Şi micile aripi El le-a făcut"[1], e aici o naivitate evidentă. Nu ştim exact cu ce se ocupă Dumnezeu, dar cu siguranță nu *face* culori vii şi aripioare. Presupunând că se ocupă cu ceva, probabil că supervizează dezvoltarea embrionară a lucrurilor, de exemplu alăturând secvențe de gene care determină un proces de dezvoltare automată. Aripile nu sunt făcute, ci cresc treptat din membre care înmuguresc înăuntrul unui ou.

---

1. Am fost avertizat că *Toate lucrurile bune şi frumoase* nu-i va umple neapărat pe cititorii mei de aceeaşi încântare şi nostalgie ca pe mine. E un imn pentru copii al Bisericii Anglicane, scris de doamna C.F. Alexander în 1848, care laudă frumusețile naturii (şi, într-un vers, *statu-quo*-ul politic), refrenul fiind: „Şi Bunul Dumnezeu le-a făcut pe toate." De la poemul acela pleacă o splendidă parodie scrisă de Eric Idle şi cântată de trupa lui Monty Python: „Tot ce e urât şi tern, / Toate cele-ndesate şi boccii, / Toate ființele fruste şi rele, / Toate-s de Domnul Dumnezeu făcute. // Fiecare şarpe otrăvitor, / Fiecare viespe-nțepătoare, / De la El şi-au primit veninul, / De la El colții dătători de fiori. // Tot ce te răneşte şi te doare, / Toate relele mari şi mici, / Orice pericol te pândeşte / Bunului Dumnezeu le datorezi. // Toți bărzăunii enervanți, / Toate meduzele care te-nțeapă, / Iar, dacă nu ele, vreun arici-de-mare, / Cine-a făcut rechinii? Cum cine? El! // Tot ce e bubă purulentă, / Orice infecție la picior sau mână, / Tot ce e putred, împuțit şi scârnav, / De la Domnul Dumnezeu le-avem." (*N. a.*)

Dumnezeu, repet această chestiune importantă (care s-ar cuveni să fie de la sine înțeleasă, dar nu e), n-a făcut nici măcar o singură aripioară în viața lui eternă. Dacă a făcut ceva (eu cred că n-a făcut, dar treacă de la mine, nu despre asta e vorba în cartea de față), a făcut o *rețetă* embriologică, sau ceva de genul unui program de calculator, care să controleze dezvoltarea embriologică a unei aripioare (plus o mulțime de alte lucruri). Bineînțeles, Dumnezeu ar putea pretinde că e o demonstrație de forță a minții la fel de uimitoare să proiectezi o rețetă sau un program de creare a unei aripi cum e să faci concret o aripă. Deocamdată însă nu vreau decât să analizez distincția dintre *a face* un lucru cum este o aripă şi ceea ce se petrece cu adevărat în embriologie.

FĂRĂ COREGRAFIE

Începuturile embriologiei au fost marcate de două doctrine opuse: *preformaționism* şi *epigeneză*. Deosebirea dintre ele nu e întotdeauna clar înțeleasă, aşa încât îmi propun să explic puțin aceşti termeni. Preformaționiştii credeau că oul (sau sperma, pentru că preformaționiştii se împărțeau în „ovulişti“ şi „spermişti“) conținea un bebeluş în miniatură, căruia îi spuneau „homuncul“. Toate părțile bebeluşului se aflau la locurile lor în toate detaliile, dispuse corespunzător unele în raport cu altele, aşteptând doar să fie umflate precum un balon compartimentat. O asemenea idee creează evidente probleme. În primul rând, cel puțin în forma ei cea mai veche şi mai naivă, ea pretindea ceva ce toată lumea ştie că nu-i adevărat: moştenim totul de la un singur părinte – de la mamă, pentru ovulişti, de la tată, pentru spermişti. În al doilea rând, preformaționiştii se confruntau cu o regresie infinită, ca la păpuşile ruseşti Matrioşka, a unor homunculi în interiorul altor homunculi – sau, dacă nu chiar infinită, cel puțin suficient de lungă încât să ne ducă înapoi în timp către Eva

(pentru ovulişti) şi Adam (pentru spermişti). Singura modalitate de a scăpa de regresie ar fi ca homunculul să fie reconceput la fiecare generaţie, scanând în amănunţime trupul adult al generaţiei anterioare. Această „moştenire a caracterelor dobândite" nu are loc – altminteri, băieţii evrei s-ar naşte fără prepuţuri, iar culturiştii care-şi fac veacul prin sălile de forţă (nu şi gemenii lor care adastă pe canapele) ar concepe copii cu muşchii abdomenului gata văluriţi, cu pectorali şi bicepşi gata formaţi.

Pentru a fi corect cu preformaţionişţii, trebuie să spun că s-au înclinat, onest şi de bunăvoie, în faţa necesităţii logice a regresiei, oricât de absurdă li s-ar fi părut. Unii dintre ei au crezut cu adevărat că prima femeie (primul bărbat) conţinea embrioni miniaturizaţi ai tuturor descendenţilor ei (lui), adăpostiţi unul într-altul precum păpuşile Matrioşka. Dar există un motiv pentru care credeau asta – un motiv care merită menţionat fiindcă prefigurează miezul acestui capitol. Cine crede că Adam a fost „făcut", iar nu născut, presupune că Adam nu avea gene sau, cel puţin, nu avea nevoie de gene ca să se dezvolte. O deducţie similară l-a determinat pe scriitorul din epoca victoriană Philip Gosse (tatăl din cartea lui Edmund Gosse *Tatăl şi fiul*) să scrie o carte intitulată *Omphalos* („buric" în greceşte), în care susţinea că Adam trebuie să fi avut buric, deşi nu fusese născut de o femeie. O consecinţă mai sofisticată a raţionamentului omfalogic ar fi aceea că stelele aflate faţă de Pământ la o distanţă mai mare de câteva mii de ani-lumină trebuie să fi fost create cu tot cu razele lor de lumină întinzându-se aproape până la noi – altminteri, nu le-am putea vedea decât într-un viitor îndepărtat! Pare frivol să ridiculizezi omfalogia, dar există aici o problemă importantă legată de embriologie, care e subiectul capitolului de faţă. E o problemă foarte delicată – eu însumi mă străduiesc s-o înţeleg –, aşa că o voi aborda din mai multe direcţii.

Pentru motivele invocate, preformaţionismul n-a reuşit niciodată să ia startul propriu-zis – nu în versiunea lui originară, cel puţin, aceea cu păpuşile Matrioşka. Există vreo versiune a

preformaționismului care ar putea fi în mod rațional revitalizată în epoca ADN-ului? S-ar putea, dar eu mă îndoiesc. Manualele de biologie repetă întruna că ADN-ul este un „plan“ de construcție a unui corp. Nu-i așa. Un veritabil plan de construcție a unei mașini sau a unei case conține o reprezentare la scară a viitorului produs finit, pe o coală de hârtie. Un plan este deci reversibil. E la fel de ușor de trecut de la casă la plan, cum este și reciproc, tocmai fiindcă e vorba de o reprezentare la scară, fidelă. Ba chiar e mai ușor, pentru că trebuie să *construiești* casa, dar, dacă e gata construită, nu trebuie decât să faci niște măsurători și să-i *desenezi* planul. Dacă iei corpul unui animal, oricât de multe și amănunțite măsurători ai face, nu-i poți reconstitui ADN-ul. Iată de ce e fals să spunem că ADN-ul este un plan.

Teoretic, e posibil să ne imaginăm – poate că așa și stau lucrurile pe altă planetă – că ADN-ul ar fi descrierea codificată a unui corp: un fel de hartă tridimensională redată sub forma unui cod liniar de „litere“ ale ADN-ului. Așa ceva ar fi reversibil. Scanarea corpului pentru a realiza un plan genetic nu-i o idee totalmente caraghioasă. Dacă așa ar funcționa ADN-ul, l-am putea reprezenta ca pe un fel de neopreformaționism. N-ar genera spectrul păpușilor Matrioșka. Nu-mi dau seama prea bine dacă ar genera spectrul moștenirii de la un singur părinte. ADN-ul are o precizie uimitoare de a interconecta jumătate din informația paternă cu jumătate din informația maternă, dar cum ar proceda ca să interconecteze jumătate din scanarea corpului mamei cu jumătatea din scanarea corpului tatălui? În fine, s-o lăsăm așa – e atât de departe de realitate…

ADN-ul nu e deci câtuși de puțin un plan. Spre deosebire de Adam, care a fost modelat direct sub forma lui adultă, toate corpurile reale se dezvoltă și cresc de la o singură celulă, trecând prin stadiile intermediare de embrion, fetus, bebeluș, copil și adolescent. Poate că pe o altă planetă ființele vii se asamblează de unele singure, din cap până-n picioare, ca un set ordonat de

biopixeli tridimensionali citiți dintr-un șir scanat și codat. Dar nu așa merg lucrurile pe planeta noastră, și cred că există motive (le-am discutat în altă carte și nu le voi relua) pentru care n-ar putea merge nici pe o altă planetă.[1]

Alternativa istorică la preformaționism este epigeneza. Dacă preformaționismul se referea la planuri, epigeneza se referea la ceva în genul unei rețete sau a unui program de calculator. Definiția din dicționar e modernă și nu sunt convins că Aristotel, care a folosit cuvântul pentru prima oară, l-ar mai recunoaște:

Epigeneză: teorie a dezvoltării unui organism prin diferențierea progresivă a unui întreg inițial nediferențiat.[2]

---

1. Notă pentru cei care lucrează la interfața dintre biologie și informatică: Charles Simonyi, care vorbește cu autoritatea unui distins programator, s-a exprimat astfel după ce a parcurs o formă incipientă a capitolului de față: „Rețeta (ochiului, creierului, sângelui etc.) este mult, mult mai simplă decât planul (aceluiași organ, în termeni de biți sau perechi de baze), așa încât evoluția ar deveni practic imposibilă (dacă nu are la dispoziție 10100 ani), mai ales pentru că micile variații din acest plan probabil că n-ar avea nici un efect pozitiv, în timp ce rețeta, da.“ Referindu-se la „biomorfele“ și „artromorfele“ mele (vezi capitolul 2), Simonyi a mai spus: „Ființele artificiale pe care le-ai programat (pentru *Ceasornicarul orb* și *Urcușul pe Muntele Improbabilității*) sunt în întregime descrise cu ajutorul unor rețete, nu al unor planuri – un plan ar fi doar un talmeș-balmeș de vectori ai unor linii negre; poți să-ți imaginezi încercarea de-a le face să evolueze variind capetele acelor linii negre câte unul sau chiar câte două?“ Așa cum era de așteptat de la cineva pe care însuși Bill Gates l-a prezentat drept „unul dintre cei mai mari programatori din vremea lui“, e perfect adevărat pentru biomorfe, și precis e adevărat și pentru ființele vii. (*N. a.*)

2. Există riscul ca „epigeneza“ să fie confundată cu „epigenetica“, un barbarism la modă, care se bucură în prezent de celebrele cinci minute de glorie în comunitatea biologilor. Indiferent ce va fi însemnând „epigenetica“ (iar entuziaștii ei nu se pot pune de acord nici măcar între ei, darmite cu ceilalți), tot ce vreau să spun aici e că nu-i același lucru cu epigeneza. (*N. a.*)

În cartea *Principiile dezvoltării*, Lewis Wolpert şi colegii săi spun că epigeneza este ideea potrivit căreia noile structuri iau naştere progresiv. Într-un anume sens, epigeneza e de la sine înţeleasă, dar detaliile contează, iar diavolul se ascunde în clişeu. Cum se dezvoltă organismul progresiv? De unde „ştie“ un întreg iniţial nediferenţiat cum să se diferenţieze progresiv, dacă nu conformându-se unui plan? Distincţia pe care vreau s-o fac în acest capitol şi care corespunde în linii mari distincţiei dintre preformaţionism şi epigeneză este aceea dintre arhitectura planificată şi *autoasamblare*. Înţelesul expresiei „arhitectură planificată“ e clar pentru că-i vedem ilustrările peste tot în jurul nostru, în clădiri şi alte obiecte făcute de mâna omului. Cu autoasamblarea suntem ceva mai puţin familiarizaţi, aşa că va trebui să-i acord mai multă atenţie. În domeniul dezvoltării, autoasamblarea ocupă o poziţie analoagă celei a selecţiei naturale în evoluţie, deşi nu e vorba de acelaşi proces. Amândouă ajung, prin mijloace automate, neintenţionate, neplanificate, la rezultate care par la o privire superficială meticulos planificate.

J.B.S. Haldane a răspuns printr-un adevăr simplu la întrebarea acelei doamne sceptice, dar nici el n-ar fi putut să nege că există un mister frizând miraculosul (fără a fi vorba totuşi de miracol) în simplul fapt că o singură celulă dă naştere unui organism uman în toată complexitatea lui. Şi misterul nu e decât în mică măsură diminuat de faptul că toată povestea se petrece cu ajutorul instrucţiunilor conţinute în ADN. Motivul pentru care misterul persistă este acela că ne vine greu să ne imaginăm, fie şi în principiu, cum ar trebui să procedăm cu scrierea instrucţiunilor pentru construirea unui corp aşa cum este el în realitate construit, prin ceea ce am numit adineauri „autoasamblare“, care se leagă de ceea ce programatorii numesc uneori procedură „de jos în sus“, inversul celei „de sus în jos“.

Un arhitect proiectează o catedrală mare. Pe urmă, printr-o ierarhizare a operaţiunilor, construcţia propriu-zisă e împărţită

între echipe separate, apoi între subechipe, până când în fine instrucțiunile sunt înmânate zidarilor, tâmplarilor şi sticlarilor, iar aceştia se pun pe treabă, iar, când termină de înălțat catedrala, aceasta arată aproximativ ca în desenul inițial al arhitectului. Iată ce înseamnă proiectare de sus în jos.

Proiectarea de jos în sus e cu totul altceva. N-am crezut niciodată în el, dar exista un mit potrivit căruia unele dintre cele mai frumoase catedrale medievale din Europa n-au avut arhitect. Nimeni nu le-a proiectat. Fiecare zidar, fiecare tâmplar îşi vedea de treabă după priceperea lui, în colțul lui de clădire, ținând prea puțin seama de ce fac ceilalți, fără să dea atenție vreunui plan general. Cum-necum, din asemenea anarhie apărea o catedrală. Dacă s-a întâmplat într-adevăr aşa ceva, ar fi arhitectură de jos în sus. Lăsând mitul la o parte, cu siguranță nu s-a întâmplat aşa cu catedralele.[1] Dar cam asta se întâmplă la construirea unei termitiere sau a unui furnicar – şi atunci când se dezvoltă un embrion. De aceea se şi deosebeşte embriologia radical de tot ce ştim despre tehnicile de construcție sau de producție.

Acelaşi principiu funcționează în anumite programe de calculator, în anumite comportamente ale animalelor şi – unindu-le pe cele două – în programele de calculator proiectate să simuleze comportamentele animalelor. Să presupunem că vrem să înțelegem comportamentul de stol de graur. Există câteva filmări uimitoare, disponibile pe YouTube[2], din care au fost extrase cadrele statice de pe planşa color 16. Aceste manevre ca de balet au fost filmate deasupra localității Otmoor, lângă Oxford, de către Dylan Winter. Remarcabil la comportamentul graurilor este că, în ciuda tuturor aparențelor, n-au nici

1. Dr. Christopher Tyerman, colegul meu medievist, îmi confirmă că e vorba de un mit născocit în epoca victoriană din motive idealiste, fără nici un sâmbure de adevăr. (*N. a.*)

2. De exemplu, http://www.youtube.com/watch?v=XH-groCeKbE. (*N. a.*)

un coregraf şi, din câte ştim, nici vreun conducător. Fiecare pasăre nu face decât să urmeze regulile grupului.

Numărul păsărilor din stol poate fi de ordinul miilor, dar ele nu se ciocnesc niciodată între ele. Şi bine fac, pentru că, la viteza cu care zboară, orice impact le-ar răni grav. Deseori, stolul întreg pare a se comporta ca un singur individ, răsucindu-se şi întorcându-se în zbor. Poate arăta ca şi cum stoluri separate trec unul prin altul în direcţii opuse, menţinându-şi intactă coerenţa ca stoluri separate. Pare miraculos, dar în realitate stolurile sunt la distanţe diferite de camera de filmat, şi nu trec unul prin altul. Senzaţia estetică e sporită de faptul că marginile stolurilor sunt precis delimitate, nu se destramă treptat. Densitatea păsărilor de la margine este egală cu cea din mijlocul stolului, iar dincolo de margine e zero. Privind astfel lucrurile, nu-i aşa că e uimitor?

Spectacolul acesta ar putea constitui un screensaver mult mai elegant decât cele obişnuite. Dar nu un filmuleţ real cu grauri vă trebuie, pentru că screensaverul ar repeta la nesfârşit aceleaşi mişcări de balet, iar astfel n-ar pune în funcţiune toţi pixelii în mod egal. Ceea ce vă trebuie este o *simulare* a stolului de grauri, şi, aşa cum orice programator vă poate spune, există o cale corectă şi una greşită de a o face. Nu încercaţi o coregrafie a întregului balet – ar fi cea mai neinspirată metodă de programare pentru acest gen de sarcină. Voi vorbi despre calea mai bună, pentru că aproape sigur aşa sunt programate păsările, în capetele lor. Şi, ca să revin la subiect, este o bună analogie pentru felul în care funcţionează embriologia.

Iată cum trebuie programat comportamentul stolului de grauri. Concentraţi-vă efortul asupra programării comportamentului unei singure păsări. Daţi robo-graurului reguli amănunţite pentru zbor şi reacţia la prezenţa graurilor vecini, în funcţie de distanţă şi de poziţia relativă. Daţi-i reguli pentru ponderea pe care trebuie s-o acorde comportamentului vecinilor şi pentru ponderea pe care trebuie s-o acorde iniţiativei indi-

viduale în schimbarea direcției. Aceste reguli trebuie deduse din observații atente asupra păsărilor reale în acțiune. Permiteți ciber-păsării să-şi varieze aleatoriu regulile. După ce ați scris un program complicat care specifică regulile de comportament ale unui singur graur, treceți la pasul definitiv pe care vreau să-l scot în evidență în acest capitol. *Nu* vă străduiți să programați comportamentul întregului stol, aşa cum ar fi procedat o generație mai veche de informaticieni, ci clonați graurul pe care l-ați programat. Faceți o mie de copii ale robo-păsării, poate identice, poate cu mici variații aleatorii ale regulilor. În fine, „dați drumul“ miilor de grauri-model în calculator, aşa încât să fie liberi să interacționeze între ei, supunându-se cu toții aceloraşi reguli.

Dacă v-ați definit corect regulile comportamentale pentru un singur graur, atunci o mie de robo-grauri, reprezentați fiecare de câte un punct pe ecran, se vor comporta exact la ca nişte grauri adevărați zburând iarna în stol. Dacă nu e tocmai corect comportamentul de stol, puteți reveni şi ajusta comportamentul graurului individual, eventual pe baza unor noi observații asupra graurilor reali. Clonați noua versiune de o mie de ori, în locul miei care n-a funcționat bine. Repetați operațiunea până când comportamentul stolului vă satisface. Craig Reynolds a scris un asemenea program în 1986 (nu neapărat cu grauri), pe care l-a numit *Boids*.[1]

Ideea esențială este că nu există nici coregraf, nici conducător. Ordine, organizare, structură – toate acestea *apar* ca efecte secundare ale unor reguli respectate în repetate rânduri *local*, nu global. Aşa funcționează şi embriologia. Totul e făcut după reguli locale, la diferite niveluri, dar mai ales la nivelul unei singure celule. Fără coregraf. Fără dirijor. Fără planificare centralizată. Fără arhitect. În domeniul dezvoltării sau al producției, echivalentul acestui tip de programare este *autoasamblarea*.

1. Vezi: http://www.red3d.com/cwr/boids/. (*N. a.*)

Corpurile animalelor – om, vultur, cârtiță, delfin, ghepard, broască, rândunică – sunt atât de minunat asamblate, încât pare imposibil de crezut că genele care le programează dezvoltarea nu lucrează după o schiță, un proiect, un plan general. Şi totuşi, la fel ca la robo-grauri, totul e realizat de celule individuale ascultând de reguli locale. Corpul minunat „proiectat“ *apare* ca o consecință a regulilor respectate *local* de celulele individuale, fără legătură cu ceva care s-ar putea numi plan general. Celulele unui embrion în dezvoltare se rotesc şi dansează unele în jurul altora, la fel ca graurii din stolurile gigantice. Există totuşi diferențe importante. Spre deosebire de grauri, celulele sunt legate fizic unele de altele în straturi şi blocuri: „stolurile“ de celule se numesc „țesuturi“. Când acestea se rotesc şi dansează ca nişte grauri în miniatură, consecința este că iau naştere forme tridimensionale, pe măsură ce țesuturile se invaginează[1], ca reacție la mişcările celulelor, sau se dilată şi se contractă, sub acțiunea tiparelor locale de creştere şi a morții celulelor. Analogia mea preferată este cu *origami*, arta împăturirii hârtiei, după cum sugerează distinsul embriolog Lewis Wolpert în cartea sa *Triumful embrionului*; dar, înainte să ajungem acolo, trebuie să lămuresc unele analogii din domeniul meşteşugurilor umane şi al proceselor de producție la care ne-am putea gândi.

ANALOGII PENTRU DEZVOLTARE

E surprinzător de greu să găseşti o bună analogie pentru dezvoltarea țesutului viu, dar poți găsi asemănări parțiale cu anumite aspecte ale procesului. Ideea de rețetă surprinde o parte din adevăr, şi e o analogie de care mă folosesc uneori pentru a explica de ce „planul“ nu e potrivit. Spre deosebire de plan, rețeta

1. *A se invagina*: a se întoarce spre interior, formând o adâncitură; a se întoarce sau a reveni pe propriile urme. (*N. a.*)

e ireversibilă. Dacă urmezi pas cu pas o rețetă de tort, obții la urmă tortul. Dar nu poți lua tortul și reconstitui rețeta – cu siguranță, nu cuvintele exacte ale rețetei –, însă, așa cum am văzut, poți lua o casă și reconstitui ceva apropiat de planul inițial. Asta din cauza corespondenței biunivoce dintre părțile casei și părțile desenului. Cu câteva excepții evidente, cum e cireașa din vârful tortului, nu există o corespondență biunivocă între părți din tort și cuvintele sau propozițiile rețetei sale.

Ce alte analogii cu meșteșugurile umane ar mai fi? Sculptura nu prea e potrivită. Un sculptor pornește de la o bucată de piatră sau lemn, și o modelează eliminând material, cioplind până rămâne forma dorită. Există totuși o asemănare cu un anumit proces din embriologie numit apoptoză. Apoptoza este moartea programată a celulelor, și e implicată, de pildă, în dezvoltarea degetelor de la mâini și de la picioare. La embrionul uman, degetele sunt unite, iar membrana care le unește dispare (la marea majoritate a oamenilor, dar există și excepții) prin moartea programată a celulelor. Asta amintește oarecum de felul în care un sculptor obține forma dorită, însă nu e o situație tipică pentru acțiunea embriologiei.

Unii sculptori nu cioplesc, ci iau o bucată de lut sau de ceară moale și o modelează dându-i o formă (care poate fi apoi turnată în bronz). Nici aceasta nu e o bună analogie pentru acțiunea embriologiei, după cum nu e nici croitoria. Stofa pre-existentă e decupată în forme care urmează un tipar prestabilit, acestea sunt cusute între ele, apoi materialul e întors, pentru a nu se vedea cusăturile – etapă care seamănă cu unele părți din embriologie. În general, embriologia e mai aproape de croitorie decât de sculptură. Tricotatul ar putea fi adus în discuție, pentru că forma întreagă a unui pulover e alcătuită dintr-o mulțime de ochiuri individuale, precum celulele individuale. Dar există analogii mai bune, după cum vom vedea.

Asamblarea unui automobil sau a altei mașinării complicate pe linia de montaj dintr-o uzină este oare o bună analogie? La fel ca sculptura și croitoria, asamblarea unor părți prefabricate

e un mod eficient de a face un lucru. Într-o fabrică de automobile, piesele sunt pregătite dinainte, deseori fiind turnate în matrițe (şi cred că nimic nu e mai departe de embriologie decât turnarea în matrițe). Piesele prefabricate sunt apoi aduse laolaltă pe linia de montaj şi înşurubate, nituite, sudate sau lipite între ele, pas cu pas, potrivit unui plan precis. Embriologia n-are nimic în comun cu un plan prestabilit, dar există asemănări cu alipirea ordonată a pieselor prefabricate, ca într-o fabrică de automobile, unde carburatoarele, capetele de distribuție, curelele ventilatoarelor, pistoanele din cilindri sunt aşezate fiecare la locul lui.

Figura 39 prezintă trei tipuri de virusuri. În stânga, este virusul mozaicul tutunului, care parazitează plantele de tutun şi alți membri ai familiei solanaceelor, de pildă tomatele. La mijloc este un adenovirus, care infectează sistemul respirator al multor animale, inclusiv al oamenilor. În dreapta, este bacteriofagul T4, care parazitează bacteriile. Seamănă cu un modul lunar şi chiar aşa se şi comportă: „aselenizează“ pe suprafața unei bacterii (care e cu mult mai mare), se lasă în jos pe „picioarele“ ca de păianjen, înfige o sondă în peretele celular al bacteriei şi-şi injectează propriul ADN. Acesta deturnează mecanismele bacteriei de creare a proteinelor, care sunt obligate să producă noi virusuri. Celelalte două virusuri din imagine acționează ase-

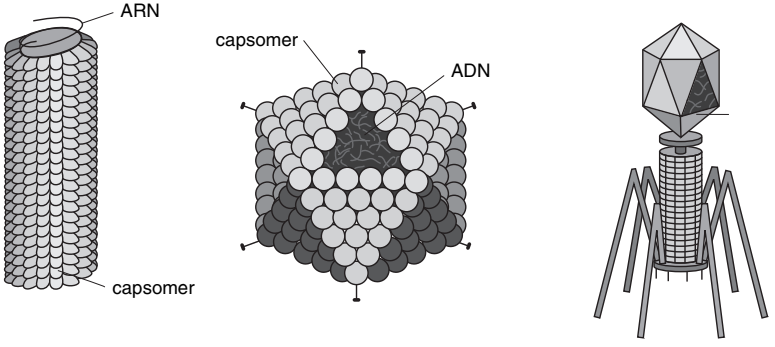


Fig. 39 – Trei tipuri de virusuri

mănător, deşi nu arată ca un vehicul lunar. În toate cazurile, materialul lor genetic deturnează mecanismele producătoare de proteine ale celulei-gazdă şi le deviază linia de producţie moleculară pentru a crea virusuri în locul produselor fireşti.

Două desene din figură reprezintă recipientul de proteine pentru materialul genetic, iar „modulul lunar“ T4 este mecanismul de infestare a gazdei. Interesant e modul în care acest aparat proteic e asamblat. De fapt, e autoasamblat. Fiecare virus e asamblat din câteva molecule de proteină dinainte pregătite. Fiecare moleculă de proteină s-a autoasamblat în prealabil într-o „structură terţiară“ caracteristică, supunându-se legilor chimiei, în funcţie de secvenţa sa particulară de aminoacizi. Apoi, în virus, moleculele de proteină se reunesc pentru a forma aşa-numita „structură cuaternară“, urmând iarăşi reguli locale. Fără un plan general, fără schiţe.

Subunităţile proteinei, care se asamblează ca piesele de Lego pentru a forma structura cuaternară, se numesc capsomere. Observaţi ce geometrie perfectă au aceste construcţii minuscule. Adenovirusul din mijloc are exact 252 de capsomere, desenate aici ca nişte biluţe dispuse în formă de icosaedru. Icosaedrul este acel corp geometric platonician perfect cu 20 de feţe triunghiulare. Capsomerele sunt aranjate în formă de icosaedru nu graţie vreunui plan general, ci pur şi simplu prin faptul că fiecare se supune local legilor atracţiei chimice atunci când se ciocneşte de un altul. La fel se formează cristalele, iar adenovirusul poate fi privit ca un cristal minuscul, gol pe dinăuntru. „Cristalizarea“ virusurilor e un minunat exemplu pentru „autoasamblarea“ pe care o consider un principiu esenţial în alcătuirea fiinţelor vii. Bacteriofagul „modul lunar“ T4 are şi el un icosaedru ca principal recipient de ADN, dar structura sa cuaternară autoasamblată e mai complexă, încorporând unităţi de proteină suplimentare, asamblate conform altor reguli locale în dispozitivul de injectare şi în „picioarele“ ataşate icosaedrului.

Întorcându-ne de la virusuri la embriologia ființelor mai mari, ajung la analogia mea preferată printre tehnicile de construcții umane: origami. Origami este arta împăturirii constructive a hârtiei, dezvoltată la nivelul cel mai înalt în Japonia. Singurul model origami pe care ştiu să-l fac este „jonca“. L-am învățat de la tatăl meu, care l-a învățat pe când apăruse o modă la şcoala lui, în anii 1920.[1] O trăsătură realistă biologic este aceea că „embriologia“ joncii trece prin câteva stadii „larvare“ intermediare – ele însele atrăgătoare –, la fel cum omida e un intermediar atrăgător şi funcțional pe calea spre fluture, fără să semene cu el. Începi cu o foaie pătrată de hârtie pe care doar o împăturești – n-o tai, n-o lipeşti, nu-i adaugi nimic –, treci prin trei „stadii larvare“ recognoscibile (un „catamaran“, o „cutie cu două capace“ şi un „tablou înrămat“), pentru a ajunge la jonca „adultă“. În favoarea analogiei cu origami, când faci o joncă pentru prima oară, te surprinde nu numai jonca, dar şi fiecare stadiu larvar. Mâinile împăturesc, dar nu urmezi un plan pentru joncă sau pentru stadiile larvare. Urmezi un set de reguli de împăturire care nu par să aibă legătură cu produsul final, iar acesta apare în cele din urmă ca un fluture din crisalidă. Analogia cu tehnica origami surprinde ceva din importanța „regulilor locale“ în raport cu un plan general.

Tot în sprijinul analogiei cu origami, împăturirea, invaginarea şi întoarcerea pe dos sunt câteva dintre trucurile preferate folosite de țesuturile embrionare când se formează un corp. Analogia funcționează mai ales în primele stadii embrionare, dar are şi neajunsuri. Iată două dintre ele: e nevoie de mâinile omului care să împăturească hârtia, iar „embrionul“ de hârtie nu creşte. La sfârşit, el cântăreşte exact ca la început. Voi numi deci embriologia biologică „dilatare origami“, nu doar „origami“.

---

1. Moda a dispărut, dar eu am reintrodus-o în aceeaşi şcoală în anii 1950, când s-a răspândit ca un al doilea val epidemic al aceleiaşi boli. (*N. a.*)

De fapt, cele două neajunsuri se anulează oarecum reciproc. Straturile de țesut care se împăturesc, se invaginează şi se întorc pe dos la un embrion în dezvoltare cresc într-adevăr, iar această creştere e înlocuită în origami de acțiunea mâinii umane. Dacă, în loc să foloseşti hârtie moartă, vrei să faci un model origami cu un țesut viu, există teoretic şansa ca, dacă țesutul creşte cum trebuie (nu uniform, ci mai rapid în unele părți decât în altele), aceasta să determine automat ca țesutul să ia o anumită formă – chiar şi să se împăturească, să se invagineze sau să se întoarcă pe dos –, fără să fie nevoie ca mâinile omului să întindă şi să îndoaie țesutul, şi fără să aibă nevoie de un plan

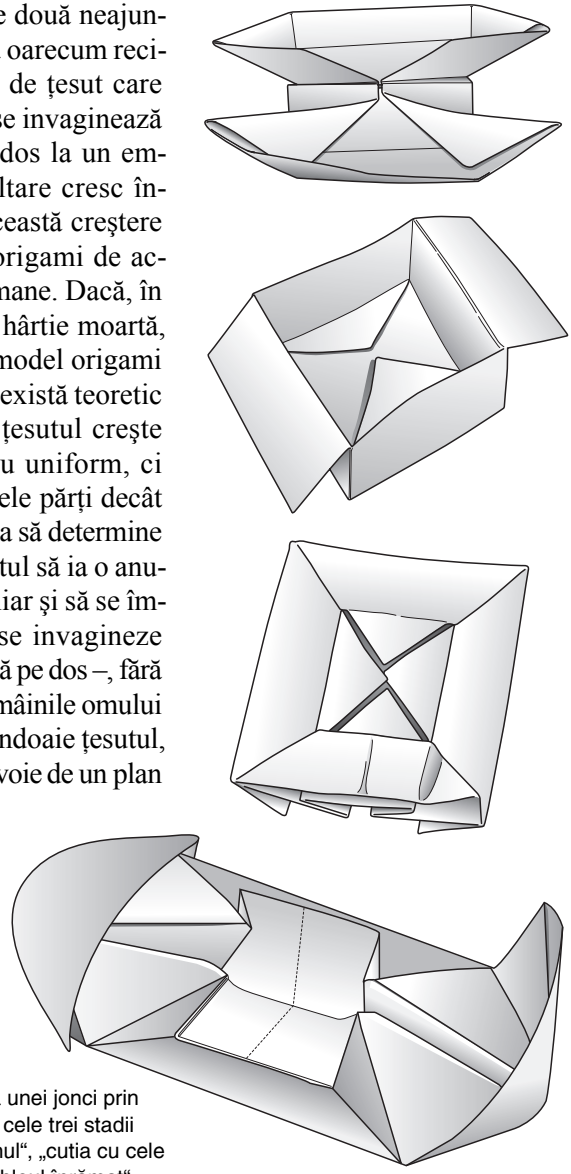


Fig. 40 – Obținerea unei jonci prin tehnica origami, cu cele trei stadii larvare: „catamaranul“, „cutia cu cele două capace“ și „tabloul înrămat“

general, ci doar prin reguli locale. De fapt, şansa nu e numai teoretică, fiindcă exact aşa se şi întâmplă. Să-i spunem „auto-origami“. Cum funcţionează acest auto-origami în practică, în embriologie? Funcţionează pentru că, în embrionul real, când un ţesut creşte, celulele se divid. Iar creşterea diferenţiată a diferitelor părţi ale ţesutului e realizată de celule care se divid, în fiecare parte de ţesut, în ritmul dictat de reguli locale. Ne întoarcem deci la importanţa fundamentală a regulilor locale „de jos în sus“, contrarul regulilor globale „de sus în jos“. O întreagă serie de versiuni (mult mai complicate) ale acestui principiu simplu se manifestă în primele stadii ale dezvoltării embrionare.

Iată acum tehnica origami în primele stadii de dezvoltare ale vertebratelor. O celulă-ou fertilizată se divide în două celule, apoi cele două se divid, şi apar patru celule. Şi aşa mai departe, numărul de celule dublându-se şi redublându-se rapid. În acest stadiu, nu există creştere, nu există dilatare. Volumul iniţial al oului fertilizat este literalmente divizat, ca atunci când tai un tort în felii, rezultatul fiind o minge sferică de celule, de aceeaşi dimensiune ca oul iniţial. E o minge goală pe dinăuntru, numită blastulă. Despre stadiul următor, gastrulaţia, Lewis Wolpert a spus: „Nu naşterea, căsătoria sau moartea, ci gastrulaţia este de fapt cel mai important moment din viaţa ta.“

Gastrulaţia e un fel de cutremur microscopic care mătură suprafaţa blastulei şi-i schimbă în întregime forma. Ţesuturile embrionului se reorganizează radical. Gastrulaţia implică o crestare a mingii goale pe dinăuntru care e blastula, aşa încât ea devine dublu-stratificată, cu o deschidere către lumea din afară (vezi simularea din figura 44). Stratul exterior al acestei „gastrule“ se numeşte ectoderm, cel interior, endoderm, şi mai există câteva celule lăsate în spaţiul dintre ecto- şi endoderm, care formează mezodermul. Fiecare dintre aceste trei straturi primordiale e menit să dea naştere unor părţi importante ale corpului. De exemplu, pielea exterioară şi sistemul nervos provin din ectoderm; intestinele şi alte organe interne provin din endoderm; iar mezodermul furnizează muşchii şi oasele.

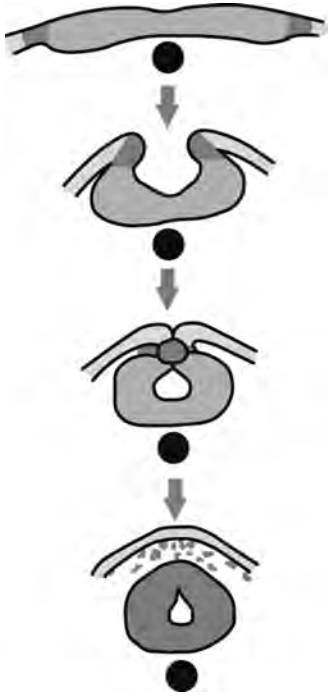


Fig. 41 – Neurulația

Următorul stadiu în origamiul embrionului e neurulația. Figura 41 reprezintă o secțiune transversală prin mijlocul părții din spate a unui embrion de amfibian în neurulație (poate fi un embrion de broască sau de salamandră). Cercul negru este „notocordul", un bastonaş dur care acționează ca un precursor al coloanei vertebrale. Notocordul este tipic pentru încrengătura Chordata, căreia îi aparținem şi noi, şi toate vertebratele (deşi noi, ca majoritatea vertebratelor moderne, nu-l avem decât în stadiul de embrion). În neurulație, ca şi în gastrulație, invaginarea joacă un rol important. Am spus că sistemul nervos provine din ectoderm. Ei bine, iată cum: o secțiune a ectodermului se invaginează (progresiv către partea din spate, de-a lungul corpului, ca la un fermoar), se înfăşoară pentru a forma un tub, iar cele două capete se împreunează şi se încheie ca un fermoar, ajungând să străbată toată lungimea corpului între stratul exterior şi notocord*. Acel tub e menit să devină coloana

* În original, aici figurează o notă în care autorul se declară incapabil să explice de ce, în limba engleză, cuvântul *notochord* se scrie cu un *h*, ca şi *chord*, „coardă muzicală", în schimb, în expresia *spinal cord*, „coloană vertebrală", acest *h* nu există, şi se întreabă dacă nu cumva e vorba de o greşeală de mult uitată, dar fosilizată. Diferența i se pare cu atât mai stranie, cu cât, în etapa embrionară, atât notocordul, cât şi viitoarea coloană vertebrală se întind, paralele, pe toată lungimea embrionului. În limba română însă, această apropiere nu se poate face. (*N. t.*)

vertebrală, principalul trunchi nervos al organismului. Capătul anterior se umflă şi devine creierul, iar toţi ceilalţi nervi sunt derivaţi, prin diviziuni celulare succesive, din tubul primordial.

N-am să intru în detaliile gastrulaţiei şi neurulaţiei, mărginindu-mă să spun că sunt minunate, iar comparaţia cu origami li se potriveşte perfect. Ce mă interesează sunt principiile

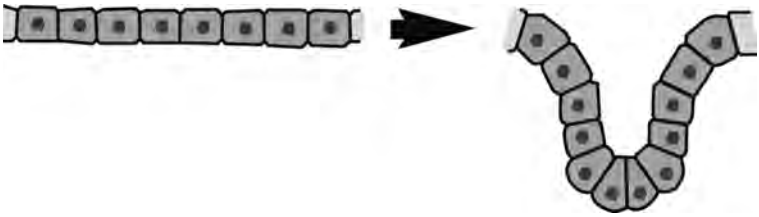


Fig. 42 – Invaginarea unui strat de celule

generale prin care embrionii devin mai complicaţi prin dilatarea origami. Figura 42 arată ce se întâmplă cu straturile de celule în cursul dezvoltării embrionare, de pildă în timpul gastrulaţiei. Este evident că această invaginare poate fi o mişcare utilă în dilatarea origami, iar ea joacă într-adevăr un rol important în gastrulaţie şi neurulaţie.

Gastrulaţia şi neurulaţia au loc la începutul dezvoltării şi influenţează întreaga formă a embrionului. Invaginarea şi alte manevre de „umflare origami“ apar în aceste prime stadii ale embriologiei, iar ele, împreună cu alte trucuri asemănătoare, intervin în dezvoltarea ulterioară, când se formează organe specializate, precum ochii sau inima. Dar, în absenţa unor mâini care să împăturească, prin ce proces mecanic sunt efectuate aceste mişcări? În parte, aşa cum am spus deja, prin simplă expansiune. Toate celulele se înmulţesc în stratul de ţesut, iar astfel suprafaţa lui creşte, şi e obligat să se bombeze sau să se invagineze. Controlul asupra procesului e însă mai fin, şi a fost descifrat de un grup de cercetători asociaţi cu strălucitul biolog-matematician George Oster de la Universitatea Statului California din Berkeley (v. Odell *et al.*, 1980).

CELULE MODELATE PRECUM GRAURII

Oster şi colegii lui au urmat aceeaşi strategie pe care am prezentat-o pentru simularea pe calculator a unui stol de grauri. În loc să programeze comportamentul întregii blastule, au programat o singură celulă. Apoi, au „clonat“ o mulțime de celule şi au văzut ce se întâmplă când celulele se întâlnesc în calculator. Când spun că au programat comportamentul unei singure celule, ar fi mai bine să spun că au programat un model matematic al unei singure celule, încorporând în model unele date cunoscute despre o celulă singură, dar într-o formă simplificată. Mai exact, se ştie că interiorul celulelor e brăzdat de microfilamente, un fel de benzi elastice în miniatură, care au în plus proprietatea că sunt capabile de o contracție activă, la fel ca fibrele musculare care zvâcnesc. De fapt, microfilamentele folosesc acelaşi principiu al contracției ca fibrele musculare.[1] Modelul lui Oster reducea celula la două dimensiuni, pentru a o reprezenta pe ecranul calculatorului, şi plasa strategic doar şase filamente în interiorul ei, aşa cum se vede în figura 43. Toate microfilamentele posedau anumite proprietăți cantitative, cu denumiri din fizică: „coeficient de amortizare vâscoasă“ şi „constantă elastică a resortului“. Nu vă bateți capul cu aceşti termeni, sunt mărimi pe care fizicienii le măsoară la un arc. Deşi probabil că într-o celulă reală mai multe filamente sunt capabile de contracție,

1. Este şi aici o poveste fascinantă. Mi-a rămas vie în minte ziua când marele fiziolog Joseph Needham de la Cambridge (o personalitatea multilaterală, mare specialist în istoria ştiinței chineze) a venit să ne facă o demonstrație la invitația nepotului său, care se întâmpla să facă practică pedagogică la şcoala unde învățam (un gest de nepotism pentru care-i păstrez recunoştință). Sub îndrumarea doctorului Needham, ne-am holbat la fibrele musculare plasate sub lupele microscoapelor şi le-am văzut cum se scurtau, parcă la semnul unei baghete magice, când picuram pe ele un strop de adenozin trifosfat, moneda energetică universală a organismului. (*N. a.*)

Fig. 43 – Micro-filamente în interiorul unei celule-model a lui Oster

pentru simplitate, Oster şi colegii lui au înzestrat cu această capacitate numai unul dintre cele şase filamente. Dacă ei au obținut rezultate realiste ignorând unele proprietăți cunoscute ale celulei, probabil că ar fi obținut rezultate cel puțin la fel de bune cu un model mai realist. Ei n-au permis unicului filament contractil să se contracte în voie, ci l-au înzestrat cu o proprietate întâlnită la anumite tipuri de fibre musculare: dacă e întinsă dincolo de o lungime critică, fibra reacționează contractându-se până la o dimensiune mult mai scurtă decât lungimea normală de echilibru.

Avem deci un model simplificat pentru o singură celulă: un contur bidimensional în care sunt întinse şase arcuri elastice, dintre care unul are proprietatea de a reacționa la o întindere aplicată din exterior contractându-se activ. Acesta e primul stadiu al procesului de modelare. În al doilea stadiu, Oster şi colegii lui au clonat câteva zeci de celule-model identice şi le-au dispus într-un cerc, ca o blastulă bidimensională. Au luat apoi o celulă şi i-au ciupit filamentul contractil pentru a-l face să se contracte. Ceea ce s-a întâmplat e uluitor. Blastula-model

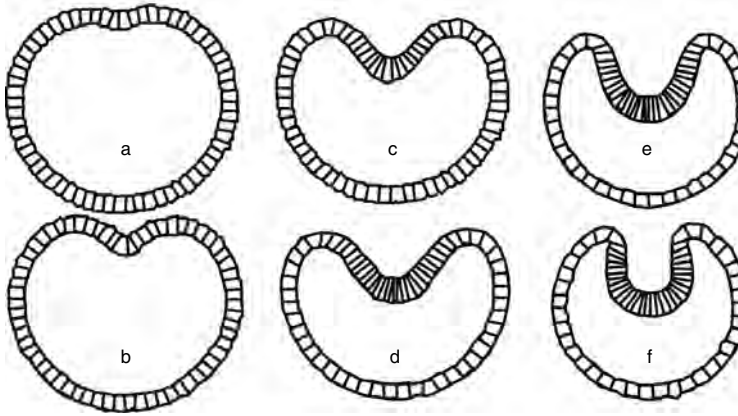


Fig. 44 – Blastula-model a lui Oster gastrulând

a gastrulat! În figura 44 sunt şase imagini de pe ecranul calculatorului (de la *a* la *f*). Un val de contracţie s-a răspândit de la celula provocată, iar mingea de celule s-a invaginat spontan.

Dar asta nu e totul. Oster şi colegii lui au coborât „pragul de activare“ al filamentelor contractile, iar rezultatul a fost un val de invaginare care a mers şi mai departe, creând chiar un „tub neural“ (imaginile de la *a* la *h*, din figura 45). Este important să înţelegem ce e de fapt un asemenea model. Nu este o reprezentare fidelă a neurulaţiei. Lăsând la o parte faptul că e bidimensională şi simplificată în multe alte privinţe, mingea de celule care a „neurulat“ (imaginea *a*) nu e o „gastrulă“ cu două straturi, aşa cum ar fi trebuit să fie. E acelaşi punct de plecare gen blastulă din modelul gastrulaţiei de mai sus. Dar nu contează: modelele nu trebuie să fie exacte în toate detaliile. Modelul arată totuşi cât de uşor e să simulezi diverse aspecte ale comportamentului celulelor în embrionul incipient. Faptul că „mingea“ bidimensională de celule a reacţionat spontan la stimul, chiar dacă modelul e mai simplu decât situaţia reală, face ca această dovadă să fie şi mai convingătoare. Ea ne asigură că

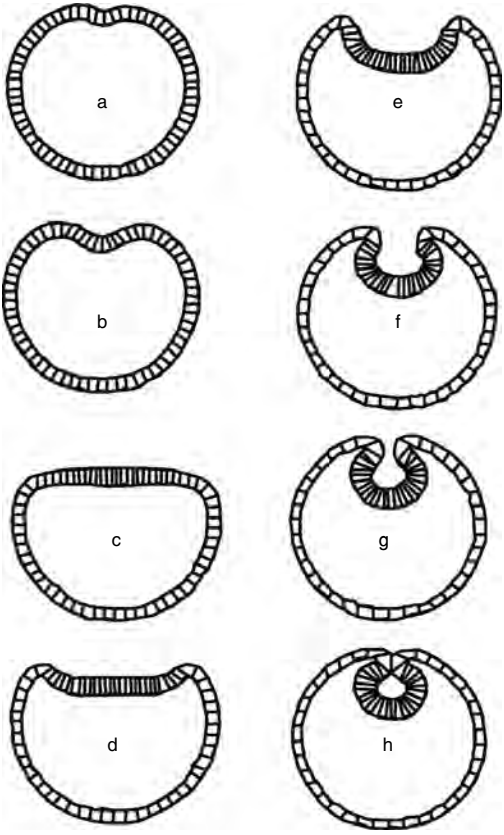


Fig. 45 – Formarea unui „tub neural“ în modelul lui Oster

evoluția diverselor proceduri în dezvoltarea embrionară timpurie nu trebuie să fie atât de dificilă. Să nu uităm că simplu e modelul, nu fenomenul pe care îl pune în evidență. Iată ce înseamnă un bun model științific.

Prezentând modelele lui Oster, am vrut să ilustrez *tipul* general de principiu prin care celule individuale pot interacționa pentru a construi un corp, fără vreun plan al întregului corp. Împăturirea gen origami, invaginarea în stil Oster și încolăcirea sunt doar câteva dintre cele mai simple trucuri pentru construirea

embrionilor. Altele mai complicate intervin mai târziu în dezvoltarea embrionară. Experimente ingenioase au arătat că, atunci când cresc din coloana vertebrală sau din creier, celulele nervoase îşi găsesc drumul spre organul de destinaţie nu după vreun plan general, ci prin atracţie chimică, aproximativ la fel cum un câine adulmecă după vreo căţea în călduri. Un experiment mai vechi efectuat de embriologul Roger Sperry, laureat al Premiului Nobel (v. Meyer, 1998), ilustrează perfect acest principiu. Sperry şi un coleg de-al său i-au înlăturat unui mormoloc un mic petic de piele de pe spate. I-au înlăturat un alt petic, de aceleaşi dimensiuni, şi de pe burtă. I-au grefat apoi peticele de piele invers: pielea de pe burtă au grefat-o pe spate, iar cea de pe spate, pe burtă. Când mormolocul s-a transformat în broască, rezultatul a fost spectaculos, aşa cum e adesea în experimentele de embriologie: în mijlocul spinării închise la culoare şi bălţate trona un timbru de piele albă, iar în mijlocul burţii albe trona un timbru de piele închisă la culoare şi bălţată. Şi-acum, poanta întregii poveşti: în mod normal, atunci când gâdili o broască pe spate cu un fir de iarbă, ea se scarpină acolo cu un picior, ca şi cum ar vrea să alunge o muscă enervantă. Dar când Sperry şi-a gâdilat broasca experimentală pe „timbrul“ alb de pe spate, ea şi-a frecat burta. Şi când i-a gâdilat „timbrul“ închis la culoare de pe burtă, ea s-a frecat cu piciorul pe spate.

Iată ce se întâmplă în dezvoltarea embrionară normală, potrivit interpretării lui Sperry: unii axoni (acele „cabluri“ lungi, extensiile tubulare înguste ale celulei nervoase) cresc din coloana vertebrală adulmecând după pielea burţii precum un câine. Alţi axoni cresc din coloana vertebrală adulmecând după pielea spatelui. În mod normal, aceasta duce la rezultatul corect: gâdilăturile de pe spate se simt ca şi cum ar fi gâdilături pe spate, iar cele de pe burtă ca şi cum ar fi pe burtă. Dar, la broasca din experimentul lui Sperry, unele celule nervoase care adulmecă după pielea de pe burtă au găsit „timbrul“ de piele de pe burtă grefat pe spate, probabil fiindcă acesta „mirosea“ cum trebuie.

Şi viceversa. Oamenii care cred într-un fel de teorie *tabula rasa* – potrivit căreia cu toţii ne naştem cu mintea ca o foaie albă de hârtie, pe care o umplem prin experienţă – trebuie să fie surprinşi de rezultatele lui Sperry. Ei se aşteaptă ca broaştele să înveţe din experienţă cum să-şi simtă propria piele, asociind senzaţiile corecte cu locurile corecte de pe corp. În schimb, se pare că fiecare celulă nervoasă din coloana vertebrală este etichetată drept, să zicem, celulă nervoasă de burtă sau de spate, încă înainte de a intra în contact cu porţiunea de piele corespunzătoare. Îşi găseşte abia apoi pixelul-ţintă de piele desemnat, indiferent unde se află el. Dacă o muscă i s-ar plimba de-a lungul spinării, broasca lui Sperry ar trăi probabil iluzia că musca sare brusc de pe spate pe burtă, merge puţin, după care sare brusc la loc pe spate.

Experimente precum acesta l-au făcut pe Sperry să formuleze ipoteza „chimio-afinităţii“, potrivit căreia sistemul nervos se „cablează“ pe sine nu după vreun plan general, ci fiecare axon caută organele de destinaţie cu care împarte o anume afinitate chimică. O dată în plus, avem de-a face cu mici unităţi locale urmând reguli locale. Celulele în general au o mulţime de „etichete“, ecusoane chimice care le permit să-şi găsească „partenerii“. Şi ne putem întoarce la analogia cu origami, pentru a găsi un alt loc în care principiul etichetării se dovedeşte util. La origami din hârtie nu folosim lipiciul, dar am putea s-o facem. Origamiul embrionului, prin care se alcătuiesc corpurile animalelor, foloseşte ceva echivalent lipiciului, şi de fapt e vorba de mai multe lipiciuri, iar aici intră în scenă triumfătoare etichetarea. Pe suprafaţa lor, celulele au o gamă complicată de „molecule de adeziune“ cu ajutorul cărora se lipesc de alte celule. Această alipire a celulelor joacă un rol important în dezvoltarea embrionară în toate părţile corpului, dar există o diferenţă importantă faţă de lipiciurile cu care suntem obişnuiţi. Pentru noi, lipiciul e pur şi simplu lipici. Unele lipiciuri sunt mai puternice, altele

fixează mai rapid, unele sunt mai potrivite pentru lemn, iar altele pentru metal sau plastic, însă la asta se reduce diversitatea lor.

Moleculele de adeziune ale celulelor sunt mult mai ingenioase. Mai pretențioase, am putea spune. Spre deosebire de lipiciurile noastre artificiale, care aderă la cele mai multe suprafețe, moleculele de adeziune celulară se ataşează numai de acelaşi tip de molecule. Există vreo 80 de arome cunoscute ale caderinelelor, o clasă de molecule de adeziune la vertebrate. Cu anumite excepții, fiecare dintre aceste vreo 80 de caderine se leagă numai cu cele de acelaşi fel. O analogie mai bună decât cea cu lipiciul ar fi acel joc al copiilor în care fiecăruia i se atribuie rolul unui animal, şi toți se învârt prin cameră făcând ca acel animal. Fiecare copil ştie că numai un singur alt copil are rolul aceluiaşi animal, şi trebuie să-şi găsească partenerul ascultând cacofonia imitațiilor. Aşa funcționează caderinele. Pesemne că, la fel ca mine, vă imaginați cu greu cum răspândirea judicioasă a anumitor caderine pe suprafața celulei în locuri strategice poate rafina şi complica principiile de autoasamblare origami a embrionului. Observați încă o dată că nu e vorba de vreun plan general, ci de un ansamblu de reguli locale.

ENZIMELE

După ce am văzut cum straturi întregi de celule participă la jocul origami în formarea embrionului, să pătrundem acum într-o celulă, unde vom găsi acelaşi principiu al auto-împăturirii şi auto-încrețirii, dar la scara mult mai mică a moleculei de proteină. Proteinele sunt extrem de importante, din motive pe care trebuie să le explic pe îndelete. Voi începe cu o speculație tentantă privind viața pe o altă planetă: oricât de diferită ar fi de viața noastră, bănuiesc că există două lucruri universale. Tot ce înseamnă viață evoluează printr-un proces înrudit cu selecția naturală darwinistă a genelor şi se bazează din plin pe

proteine – sau pe molecule capabile, la fel ca proteinele, să se împăturească într-o imensă varietate de forme. Moleculele de proteine sunt nişte virtuozi în arta auto-origamică, la o scară mult mai mică decât cea a straturilor de celule cu care ne-am ocupat până acum. Moleculele de proteine sunt exponenţiale pentru ceea ce se poate obţine când regulile locale funcţionează la scară locală.

Proteinele sunt lanţuri de molecule şi mai mici, numite aminoacizi, iar aceste lanţuri, la fel ca straturile de celule de care ne-am ocupat, se împăturesc în moduri precis determinate, dar la o scară mult mai mică. Proteinele din natură conţin doar douăzeci de tipuri de aminoacizi (ceea ce probabil că nu e valabil pe alte planete), iar toate proteinele sunt lanţuri alcătuite numai din această gamă de douăzeci, alese dintr-un set mult mai mare de aminoacizi posibili. Ajungem astfel la tehnica auto-origami. Urmând pur şi simplu legile chimiei şi termodinamicii, moleculele de proteine se răsucesc spontan şi automat în configuraţii tridimensionale precis determinate – le-aş numi „noduri“, dar, spre deosebire de ţiparii de mâl (dacă-mi permiteţi să vă comunic un fapt fără legătură cu subiectul, însă interesant), proteinele nu se înnoadă. Structura tridimensională în care se împăturește şi se răsucește un lanţ de proteine e „structura terţiară“ de care am pomenit când am vorbit despre autoasamblarea virusurilor. Fiecare secvenţă de aminoacizi dictează un anumit tipar de împăturire. Secvenţa de aminoacizi, care e determinată de secvenţa de litere din codul genetic, determină forma tiparului terţiar.[1]

1. Această afirmaţie are nevoie de un amendament. Determinarea şirului de aminoacizi de către gene este într-adevăr absolută. Dar determinarea formei tridimensionale de către secvenţa unidimensională de aminoacizi nu e absolută, şi acest lucru chiar contează. Există secvenţe de aminoacizi capabile să se înfăşoare în două forme tridimensionale alternative. Proteinele numite prioni, de pildă, au două forme stabile. Acestea sunt alternative disctincte, fără intermediari, la fel cum un comutator electric e stabil în poziţiile deschis şi închis, dar nu şi între ele. Asemenea „proteine-comutator“ pot fi dezastruoase sau utile. În cazul

Forma structurii terțiare, la rândul ei, are consecințe chimice extrem de importante.

Acest auto-origami prin care lanțurile de proteine se împăturesc şi se răsucesc e guvernat de legile atracției chimice şi de legile ce determină unghiurile sub care atomii se leagă între ei. Să ne imaginăm un colier din magneți cu forme ciudate. El n-ar atârna ca un lănțișor grațios în jurul unui gât grațios, ci s-ar încurca în punctele unde magneții se lipesc unii de alții. Spre deosebire de cazul lanțului de proteine, forma exactă a întortocherii e impredictibilă, pentru că orice magnet atrage orice alt magnet, dar sugerează felul în care lanțurile de aminoacizi pot forma spontan o structură de tip nod, care nu mai arată ca un colier.

Detaliile modului în care legile chimiei determină structura terțiară a unei proteine încă n-au fost pe deplin înțelese: chimiştii nu pot deduce în toate cazurile cum se va răsuci o anumită secvență de aminoacizi. Există totuşi dovezi că structura terțiară

---

prionilor, sunt dezastruoase. La boala „vacii nebune“, o proteină utilă din creier (intră în alcătuirea membranelor celulare) are o formă alternativă – un alt fel de a se împături în auto-origami. Forma alternativă nu se întâlneşte în mod normal, dar dacă apare într-o moleculă, determină moleculele învecinate s-o urmeze: ele o copiază şi basculează în forma alternativă. La fel ca piesele de domino care se prăbuşesc sau ca răspândirea iresponsabilă a unui zvon, forma alternativă a prionului se împrăştie în creier, rezultatele fiind dezastruoase pentru vacă – sau pentru om, în cazul maladiei Creutzfeldt-Jakob („boala vacii nebune“), sau pentru oaie, în cazul scrapiei. Uneori însă moleculele care se pot împături în mai multe forme sunt utile. Pentru a rămâne la comparația cu comutatorul electric, rodopsina, proteina din ochii noştri răspunzătoare de sensibilitatea la lumină, are o componentă numită retinal (nu e o proteină) care basculează din configurația ei principală stabilă în configurația alternativă când e lovită de un foton. Basculează apoi imediat înapoi, ca un comutator electric dintr-un sistem de economisire a energiei, dar bascularea a fost înregistrată în creier: „Lumină detectată în acest punct.“ Minunata carte a lui Jacques Monod *Hazard şi necesitate* descrie bine asemenea molecule bistabile. (*N. a.*)

este *în principiu* deductibilă din secvența de aminoacizi. Nu e nimic misterios în sintagma „în principiu“. Nimeni nu poate prezice fața pe care va cădea un zar, dar credem cu toții că ea e complet determinată de detaliile felului în care e aruncat zarul şi de date privind rezistența aerului etc. Este un fapt demonstrat că o anumită secvență de aminoacizi se răsuceşte mereu într-o anumită formă sau într-o formă alternativă dintr-o mulțime discretă (vezi nota de la pagina 250). Şi – lucru important pentru evoluție – secvența de aminoacizi este complet determinată, prin aplicarea regulilor codului genetic, de secvențele de „litere“ (tripleți) dintr-o genă. Deşi chimiştilor le e greu să prezică ce modificări ale formei proteinei rezultă din cutare mutație genetică, odată ce apare o mutație, modificarea formei proteinei e în principiu predictibilă. Aceeaşi genă mutantă va produce aproape sigur aceeaşi formă alterată a proteinei (sau un spectru discret de forme alternative), iar asta e tot ce contează pentru selecția naturală. Ea nu are nevoie să înțeleagă de ce o modificare genetică are anumite consecințe, e de ajuns că ele există. Dacă acestea influențează supraviețuirea, gena modificată va rezista sau va sucomba în competiția pentru dominația asupra bazinului genetic, indiferent dacă înțelegem sau nu modul precis prin care gena influențează proteina.

Dat fiind că forma proteinei e extrem de versatilă şi e determinată de gene, de ce este ea atât de importantă? În parte, pentru că unele proteine joacă un rol structural în corp. Proteinele fibroase, cum ar fi colagenul, se unesc în frânghii zdravene numite ligamente şi tendoane. Dar cele mai multe proteine nu sunt fibroase. Ele se împăturesc însă în forma lor globulară caracteristică, la care se adaugă crestături subtile, iar această formă determină rolul tipic al proteinei ca *enzimă*, acela de *catalizator*.

Catalizatorul e o substanță care accelerează chiar şi de un miliard sau de un bilion de ori o reacție chimică între alte substanțe, el rămânând neatins, gata să catalizeze mai departe. Enzimele, proteine-catalizator, sunt campioane printre catalizatori

grație *specificității* lor: sunt foarte pretențioase în privința reacțiilor chimice pe care le accelerează. După cum am putea spune şi că reacțiile chimice din celulele vii sunt foarte pretențioase în privința enzimelor care le accelerează. Multe reacții din chimia celulară sunt atât de lente, încât, fără enzima potrivită, practic nici n-au loc. Cu enzima potrivită însă, se desfăşoară foarte rapid şi au o productivitate imensă.

Iată cum văd eu lucrurile. Un laborator de chimie are în rafturi sute de sticle şi borcane, fiecare conținând câte o substanță pură: elemente şi compuşi, soluții şi pulberi. Un chimist care vrea să obțină o reacție chimică alege două sau trei recipiente, ia un eşantion din fiecare, le amestecă într-o eprubetă, eventual încălzeşte amestecul şi reacția se desfăşoară. Alte reacții chimice, care s-ar putea desfăşura în laborator, nu au loc pentru că pereții sticlelor şi borcanelor de pe rafturi împiedică ingredientele să intre în contact. Dacă vrei altă reacție chimică, amesteci alte ingrediente într-o altă eprubetă. Peste tot există bariere de sticlă păstrând separat substanțele pure în sticle şi borcane, şi păstrând separat combinațiile rezultate din reacții în eprubete.

Şi celula vie este un mare laborator chimic, are şi ea un depozit asemănător de substanțe, însă ele nu sunt păstrate separat în sticle şi borcane aşezate pe rafturi. Toate sunt amestecate la un loc. Este ca şi cum un vandal, campion al dezordinii chimice, ar fi pătruns în laborator, ar fi luat de pe toate rafturile toate recipientele şi le-ar fi răsturnat anarhist de-a valma într-o singură căldare. Îngrozitor, nu-i aşa? Aşa ar fi, dacă toate chimicalele ar reacționa între ele, în toate combinațiile posibile. Numai că n-o fac. Sau, dacă o fac, ritmul reacției e atât de lent, încât e ca şi cum nu s-ar produce nici o reacție. *Exceptând cazul* în care o enzimă e prezentă. Nu-i nevoie de recipiente de sticlă pentru a ține substanțele separat, fiindcă oricum ele nu vor reacționa *decât dacă* enzima potrivită e prezentă. Echivalentul păstrării substanțelor în recipiente ermetice de sticlă până vrei să amesteci două dintre ele, să zicem A şi B, e să amesteci sutele de

substanțe într-o mare fiertură vrăjitorească, dar să nu introduci decât enzima care catalizează reacția dintre A şi B, şi nici o altă combinație. Adevărul e că metafora laborantului anarhist merge prea departe. Celulele conțin o infrastructură de membrane între care şi în interiorul cărora au loc reacțiile chimice. Aceste membrane joacă oarecum rolul pereților de sticlă ai eprubetelor şi recipientelor.

Ideea esențială aici este că ceea ce face ca o enzimă să fie „potrivită“ e în mare măsură forma sa fizică (lucru important, pentru că forma fizică e determinată de gene, ale căror variații sunt în ultimă instanță favorizate sau defavorizate de selecția naturală). O mulțime de molecule plutesc, se rotesc şi se răsucesc în supa chimică din interiorul unei celule. O moleculă din substanța A şi-ar dori să reacționeze cu o moleculă din substanța B, dar asta nu se întâmplă decât dacă se ciocnesc sub unghiul corect. Esențial este că rareori se întâmplă – *dacă nu cumva* intervine enzima potrivită. Forma exactă a enzimei, forma în care ea se împăturește, precum acel colier de magneți, îi creează cavități şi excrescențe, fiecare cu forma ei precisă. Fiecare enzimă are un aşa-numit „sit activ“, de obicei o excrescență sau un buzunar, ale cărei formă şi proprietăți chimice îi conferă enzimei specificitatea. Cuvântul *excrescență* nu redă întreaga finețe a acestui mecanism. O analogie mai bună ar fi cu un ştecher electric. În ceea ce prietenul meu zoolog John Krebs numește „conspirația mondială a ştecherelor“, diferite țări au adoptat diferite convenții arbitrare privind ştecherele şi prizele. Ştecherele englezeşti nu se potrivesc în prizele americane, nici în prizele franțuzeşti etc. Siturile active de pe suprafața moleculelor de proteine sunt prize în care numai anumite molecule se potrivesc. Dar, în timp ce conspirația mondială a ştecherelor cuprinde doar câteva forme diferite în toată lumea (suficiente ca să-l enerveze pe călător), diferitele tipuri de prize etalate de enzime sunt incomparabil mai numeroase.

Să ne gândim la o enzimă anume, care catalizează combinația chimică a două molecule, P şi Q, pentru a se obține com-

pusul PQ. O jumătate a „prizei“ sitului activ este numai bună pentru ca o moleculă de tipul P să se cuibărească în ea, ca o piesă de puzzle aşezată la locul ei. Cealaltă jumătate a aceleiaşi „prize“ este la fel de precis modelată, pentru ca o moleculă de tip Q să se aşeze în ea – orientată perfect pentru a se combina chimic cu molecula P aflată deja la locul ei. Împărţind acelaşi locaş, ţinute ferm sub unghiul numai bun de molecula de enzimă, P şi Q se unesc. Noul compus PQ este acum eliberat în supa chimică, lăsând liber situl activ al moleculei de enzimă, care poate aduce împreună o nouă pereche de molecule P şi Q. Celula poate fi ticsită de molecule de enzimă identice, toate lucrând cu motoarele turate ca nişte roboţi dintr-o fabrică de automobile care produc întruna compuşi PQ, în echivalentul celular al cantităţilor industriale. Dacă introducem o altă enzimă în aceeaşi celulă, ea va produce alţi compuşi – PR, QS sau YZ. Produsul final diferă deşi materiile prime disponibile sunt aceleaşi. Alte tipuri de enzime nu se ocupă cu construirea unor noi compuşi, ci cu descompunerea unora existenţi. Unele dintre aceste enzime sunt implicate în digerarea hranei şi sunt exploatate şi în prafurile de spălat „biologice“. Dar de vreme ce ne ocupăm aici cu construirea embrionilor, ne preocupă în principal enzimele constructive care mijlocesc sinteza noilor compuşi chimici. Un asemenea proces e ilustrat pe planşa color 12.

Am vorbit despre piese de puzzle, ştechere şi prize, despre situri active foarte specifice, capabile să accelereze o anumită reacţie chimică şi de un bilion de ori. Dar poate vă spuneţi că e prea frumos ca să fie adevărat. Cum evoluează oare moleculele de enzimă până la forma perfectă, pornind de la forme imperfecte? Care e probabilitatea ca o priză, modelată aleatoriu, să capete exact forma corectă şi exact proprietăţile chimice corecte pentru a mijloci mariajul celor două molecule P şi Q, aranjându-le întâlnirea exact sub unghiul corect? Nu-i mare, dacă te gândeşti la „puzzle-ul completat“ sau la „conspiraţia mondială a ştecherelor“. Trebui să te gândeşti în schimb la o „pantă lină a îmbunătăţirilor“. Ca de fiecare dată când avem de-a face cu

problema imensei complexități și improbabilități legate de evoluție, e o greșeală să presupui că perfecțiunea finală pe care o vedem astăzi datează dintotdeauna. Molecule de enzime evoluate accelerează de un bilion de ori reacțiile pe care le catalizează, și o fac pentru că au căpătat forma ideală. Dar nu-i nevoie de o accelerare de un bilion de ori pentru a fi favorizat de selecția naturală. Merge foarte bine și de un milion de ori! Și de o mie de ori. Ba chiar și de zece ori sau de două ori i-ar fi de ajuns selecției naturale ca să-și exercite influența. Există o pantă lină a îmbunătățirilor performanței unei enzime, de la absența oricărei excrescențe, trecând printr-una grosolană, până la o priză având forma și semnătura chimică ideale. „Pantă" înseamnă că fiecare pas e o ameliorare observabilă, fie cât de mică, față de pasul anterior. Iar „observabil" pentru selecția naturală poate însemna o ameliorare mai mică decât minimumul pe care noi îl observăm.

Acesta e felul în care funcționează. Elegant! O celulă e o uzină chimică versatilă, capabilă să producă imense cantități dintr-o mare varietate de substanțe, alegerea fiind făcută prin prezența unei anumite enzime. Dar cine face alegerea? Gena care e *activată*. Așa cum celula e un cazan umplut cu o mulțime de substanțe chimice, dintre care doar o minoritate reacționează între ele, la fel fiecare nucleu celular conține întregul genom, dar numai o mică parte dintre gene sunt activate. Când o genă e activată într-o celulă a pancreasului, de pildă, secvența ei de litere de cod este cea care determină direct secvența aminoacizilor dintr-o proteină; iar secvența aminoacizilor determină (amintiți-vă de imaginea colierului magnetic) forma în care se împăturește proteina; iar forma în care se împăturește proteina determină prizele precis modelate care împerechează substanțele plutind prin celulă. Fiecare celulă – cu foarte puține excepții, cum ar fi corpusculii roșii din sânge, cărora le lipsește nucleul – conține genele care produc toate enzimele. Dar în fiecare celulă doar câteva gene sunt activate la un moment dat. De exemplu, în celulele tiroidiene sunt activate genele care produc enzimele

potrivite pentru catalizarea hormonului tiroidian. Şi la fel se întâmplă cu toate tipurile de celule. În ultimă instanţă, reacţiile chimice dintr-o celulă determină forma pe care o ia celula, comportamentul ei şi felul în care ia parte la interacţiunile de tip origami cu alte celule. Întregul curs al dezvoltării embrionare este deci controlat de gene printr-un complicat şir de evenimente. Genele sunt cele care determină secvenţele de aminoacizi, care determină structurile terţiare ale proteinelor, care determină formele de tip priză ale siturilor active, care determină chimia celulară, care determină comportamentul de „stol de grauri“ al dezvoltării embrionare. Aşadar, diferenţele dintre gene de la începutul acestui complex lanţ de evenimente pot provoca diferenţe în felul în care se dezvoltă embrionii, deci diferenţele în forma şi comportamentul adulţilor. Succesul în supravieţuire şi reproducere al acelor adulţi influenţează apoi într-o buclă feedback supravieţuirea în bazinul genetic a genelor care au determinat diferenţa dintre reuşită şi nereuşită. Asta e selecţia naturală.

Embriologia pare complicată – şi chiar este –, dar ideea esenţială e uşor de înţeles: avem mereu de-a face cu procese de autoasamblare locale. Dat fiind că (aproape) toate celulele conţin toate genele, rămâne întrebarea cum se hotărăşte ce gene sunt activate în fiecare tip de celule. E momentul să mă ocup pe scurt de ea.

VIERMII VOR CERCETA…*

Faptul că o genă este sau nu activată într-o celulă dată la un moment dat e determinat de mediul chimic al celulei, deseori printr-o cascadă de alte gene numite gene-comutator sau gene-controlor. Celulele tiroidiene sunt foarte diferite de celulele

---

* Trimitere la poemul *To His Coy Mistress* (*Către iubita sa timidă*), de Andrew Marvell (1621–1678). În context, se spune: „…then Worms shall try / That long preserv'd Virginity“ („…atunci,viermii vor cerceta / Prea-mult-păstrata feciorie“). Este o adresare către iubita care nu răspunde avansurilor poetului. (*N. t.*)

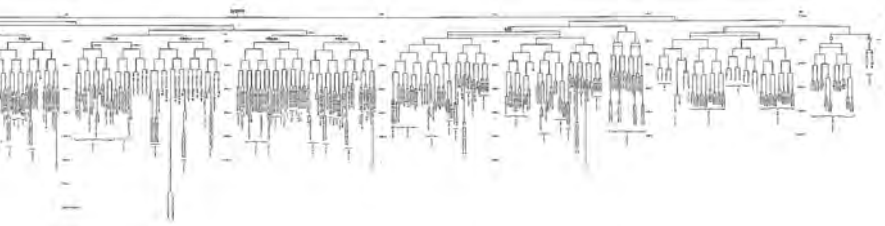
musculare, şi aşa mai departe, deşi genele lor sunt aceleaşi. Toate bune şi frumoase, veți spune, odată ce dezvoltarea embrionului este în curs, iar diferitele tipuri de țesuturi, cum ar fi cele tiroidiene şi musculare, există deja. Dar fiecare embrion porneşte de la o singură celulă. Celulele tiroidiene şi celulele musculare, celulele hepatice şi celulele osoase, celulele pancreatice şi celulele epiteliale – toate provin dintr-o singură celulă-ou fertilizată printr-un arbore genealogic ramificat. E un arbore genealogic celular care îşi are obârşia în momentul concepției, fără legătură cu arborele evolutiv, vechi de milioane de ani. Iată, de exemplu, arborele genealogic complet al tuturor celor 558 de celule ale unei larve nou-eclozate a viermelui nematod *Caenorhabditis elegans* (a se vedea mai jos; îl rog pe cititor să privească atent fiecare detaliu al figurii 46). Apropo de asta, nu ştiu ce-a făcut acest viermişor ca să-şi merite numele specific *elegans*, dar îmi pot închipui un motiv pentru care şi l-a meritat retrospectiv. Nu tuturor cititorilor mei le plac digresiunile, dar studiile asupra lui *Caenorhabditis elegans* sunt un asemenea triumf al ştiinței, încât nu mă pot abține.

Caenorhabditis elegans a fost ales în anii 1960 de strălucitul biolog sud-african Sydney Brenner drept animal ideal pentru experimente. Brenner tocmai încheiase, alături de Francis Crick şi colegii săi de la Cambridge, cercetările privind descifrarea codului genetic şi căuta o nouă problemă importantă de rezolvat. Alegerea sa inspirată şi studiile de pionierat asupra geneticii

Fig. 46 – Arborele genealogic celular al viermelui nematod *Caenorhabditis elegans*

şi neuroanatomiei acestui vierme au dus la crearea unei comunități mondiale de *Caenorhabditi*-şti, care a ajuns la mii de membri. Este uşor exagerat să spunem că ştim *totul* despre *Caenorhabditis elegans*. Îi cunoaştem întregul genom. Ştim exact unde anume în corp sunt plasate cele 558 de celule (ale larvei; 959 la forma hermafrodită adultă, fără a număra şi celulele reproducătoare) şi cunoaştem exact „istoria de familie" a fiecărei celule, prin dezvoltare embrionară. Cunoaştem numeroase gene mutante, care produc viermi anormali, şi ştim exact unde acționează mutația în corp şi istoria celulară a felului în care se dezvoltă anomalia. Acest mic animal e cunoscut de la început până la sfârşit, e cunoscut pe din afară şi pe dinăuntru, de la cap la coadă şi în toate etapele intermediare. Brenner a primit o recunoaştere târzie prin Premiul Nobel pentru Fiziologie decernat în 2002, iar o specie înrudită a fost denumită în onoarea lui: *Caenorhabditis brenneri*. Rubrica lui permanentă din revista *Current Biology*, semnată cu „Unchiul Syd", este un model de spirit ştiințific pătrunzător şi nonconformist – la fel de elegant ca efortul mondial dedicat lui *C. elegans*, inspirat de el. Dar aş vrea ca specialiştii în biologia moleculară să stea de vorbă cu unii zoologi (cum ar fi Brenner) şi să nu-i mai spună lui *Caenorhabditis* „nematodul" sau „viermele", de parcă n-ar mai exista şi alții pe lume.

Desigur, nu puteți citi numele tipurilor de celule din figura 46 (ar ocupa şapte pagini dacă totul ar fi lizibil), dar acolo scrie,



de pildă: „faringe“, „mușchi intestinal“, „mușchi al corpului“, „mușchi al sfincterului“, „ganglion inelar“, „ganglion lombar“. Toate celulele acestea sunt verișoare între ele în virtutea ascendenței lor pe timpul vieții viermelui. De exemplu, mă uit la o celulă dintr-un mușchi corporal numită MSpappppa, soră a unei alte celule dintr-un mușchi corporal, verișoară primară cu alte două celule dintr-un mușchi corporal, verișoară primară cu mama altor două celule dintr-un mușchi corporal, verișoară de-a doua cu șase celule faringiene, verișoarără de-a treia cu șaptesprezece celule faringiene… etc. E uimitor că putem spune cu atâta precizie „verișoară de-a doua cu mama“ atunci când vorbim despre celule catalogate și identificabile în mod repetat din corpul unui animal! Numărul „generațiilor“ de celule care separă țesuturile de oul originar nu e prea mare. Nu sunt decât 558 de celule în corpul acestui vierme și, teoretic, se pot obține 1 024 de celule (2 la puterea 10) în zece generații de diviziune celulară. Numărul generațiilor de celule din corpul uman e mult mai mare, dar în principiu se poate alcătui un arbore genealogic asemănător pentru fiecare celulă umană (în total, ele sunt de ordinul bilioanelor), urmărindu-i ascendența până la celula-ou fertilizată. La mamifere însă nu e posibilă identificarea unor celule particulare catalogate ca atare, ci vorbim despre populații statistice de celule, ale căror detalii diferă de la individ la individ.

Sper că digresiunea mea euforică despre eleganța studiilor asupra lui *Caenorhabditis* nu ne-a îndepărtat prea mult de ideea pe care voiam s-o subliniez privind felul în care tipurile de celule își schimbă forma și caracterul pe măsură ce arborele genealogic embrionar se ramifică. În punctul de ramificație dintre o clonă menită să devină celulă faringiană și o clonă „verișoară“ menită să devină celulă de ganglion inelar trebuie să existe ceva care le distinge, altminteri cum ar ști ele să activeze gene diferite? Răspunsul este că, atunci când cel mai recent strămoș comun al celor două clone s-a divizat, cele două jumătăți ale celulei dinaintea diviziunii erau diferite. Așadar, când celula s-a divizat, cele două celule-fiice, deși aveau gene identice (fie-

care celulă-fiică primeşte un set complet de gene), nu aveau acelaşi mediu chimic. Nu aceleaşi gene au fost deci activate, ceea ce a schimbat soarta urmaşelor lor. Acelaşi principiu se aplică în întreaga embriologie, de la bun început. Cheia diferenţierii la toate animalele e diviziunea celulară asimetrică. [1]

Sir John Sulston şi colegii săi au făcut legătura între fiecare dintre celulele din corpul viermelui şi fiecare – una şi numai una – dintre celulele-fondatoare (le-am putea numi celulele-„matriarh“) AB, MS, E, D, C şi P4.[2] La botezarea celulelor, ei au

1. La *Caenorhabditis*, celula originară, numită Z, are un capăt anterior diferit de capătul posterior; această diferenţă va reprezenta în final axa faţă-spate a corpului. Când celula se divide, celula-fiică anterioară, numită AB, are mai multă substanţă de la capătul anterior decât celula-fiică posterioară, numită P1; această diferenţă va crea şi mai multe diferenţieri de-a lungul arborelui genealogic. AB e menită să dea naştere la mai mult de jumătate din celulele corpului, între care părţii celei mai mari din sistemul nervos, şi nu voi mai discuta despre ea. P1 are şi ea două fiice, tot diferite între ele, numite EMS (care defineşte partea ventrală a viitorului vierme) şi P2 (care defineşte partea dorsală). Acestea sunt nepoatele celulei Z (nu uitaţi: când vorbesc despre „fiice“ şi „nepoate“, mă refer la celulele unui embrion în dezvoltare, nu la viermii propriu-zişi). EMS are, la rândul ei, două fiice, E şi MS, în timp ce P2 are două fiice, C şi P3. E, MS, C şi P3 sunt strănepoatele celulei Z (celelalte strănepoate sunt descendente ale celulei AB şi nu le mai notez aici, spun doar atât: două dintre ele, ABal şi ABpl, definesc partea stângă, iar verişoarele lor, ABar şi ABpr, definesc partea dreaptă a viermelui final). P3 are două fiice, D şi P4, stră-strănepoatele celulei Z. MS şi C au şi ele fiice, dar nu le mai numesc aici. P4 e menită să dea naştere aşa-numitei linii reproducătoare. Linia reproducătoare constă din celule care nu au nici un rol în construirea corpului, ci urmează să creeze celulele reproducătoare. Nu e nevoie să reţinem numele acestor celule. Ideea este că, deşi identice din punct de vedere genetic, ele diferă prin natura lor chimică, o consecinţă a economiei diviziunii celulare embrionare. (*N. a.*)

2. Sulston, care a rămas la Cambridge după ce Brenner a plecat în America, e un alt membru al triumviratului care a obţinut Premiul Nobel pentru cercetările privind viermele *Caenorhabditis*. Sulston a condus apoi echipa britanică a Proiectului Genomul Uman, în vreme ce

folosit un sistem de notație rezumând istoria fiecăreia. Fiecare nume al celulei începe cu numele uneia dintre cele șase celulele-fondatoare, cea din care descinde. Apoi, numele e un șir de litere, inițialele direcției de diviziune celulară care i-a dat naştere: *a* (anterioară), *p* (posterioară), *d* (dorsală), *v* (ventrală), *l* (stângă [*left*]), *r* (dreaptă [*right*]). De exemplu, Ca și Cp sunt cele două fiice ale celulei-matriarh C, respectiv fiica anterioară și fiica posterioară. De observat că fiecare celulă are numai două fiice (dintre care una poate să moară). De pildă, Cappppv, numele unei celule de mușchi corporal, îi rezumă succint istoria: celula-matriarh C a avut o fiică anterioară, care a avut o fiică posterioară, care a avut o fiică posterioară, care a avut o fiică posterioară, care a avut o fiică posterioară, care a avut o fiică ventrală – iar aceasta e celula de mușchi corporal despre care vorbeam. Fiecare celulă a corpului e desemnată printr-un șir asemănător de litere, având în frunte una dintre cele șase celule-fondatoare. Iată un alt exemplu: AMprpapppap e o celulă nervoasă aflată în cordonul nervos ventral care se întinde pe toată lungimea viermelui. Evident, nu-i nevoie să intrăm în detalii. Esențial este că fiecare celulă a corpului are o asemenea denumire, care-i descrie întru totul istoria în cursul embriologiei. Fiecare dintre cele zece diviziuni care au condus la Abprpapppap, și la oricare altă celulă, a fost o diviziune asimetrică, dând posibilitatea ca gene diferite să fie activate în cele două celule-fiice. La toate animalele, acesta e principiul care diferențiază țesuturile, deși toate celulele lor conțin aceleași gene. Desigur, majoritatea animalelor au mai mult de 558 de celule, iar dezvoltarea lor embrionară este de regulă mai puțin rigid determinată. Sir John Sulston îmi reamintește că, după cum am explicat și eu pe scurt, la mamifere „arborii genealogici“ ai celulelor noastre diferă de la individ la individ, în vreme ce la *Caenorhabditis*, sunt aproape identici

---

echipa americană a fost condusă inițial de James Watson și, mai târziu, de Francis Collins. (*N. a.*)

(excepție făcând mutanții). Principiul rămâne însă același. La orice animal, celulele, deși genetic identice, sunt diferite în diferitele părți ale corpului datorită istoriei diviziunii celulare asimetrice din scurta perioadă a dezvoltării embrionare.

Iată concluzia întregii poveşti: nu există un plan general de dezvoltare, nici un plan detaliat, nici un plan arhitectural, nici un arhitect. Dezvoltarea embrionului, şi în cele din urmă a adultului, se desfăşoară prin aplicarea unor reguli locale de către celule, care interacționează cu alte celule la nivel local. Şi ce se întâmplă în interiorul celulelor e guvernat de reguli locale aplicate moleculelor, în special moleculelor de proteine, în interiorul celulelor şi în membranele celulare, acestea interacționând cu alte molecule. Repet: regulile sunt mereu locale. Nimeni nu poate prezice, doar citind secvența de litere ale ADN-ului din celula-ou fertilizată, către ce formă se îndreaptă animalul în dezvoltare. Nu putem afla decât lăsând oul să se dezvolte în mod natural. Nici un calculator electronic n-ar putea determina asta, dacă nu cumva e programat să simuleze însuşi procesul biologic natural, caz în care nu mai e nevoie de versiunea electronică, şi putem folosi embrionul în dezvoltare ca pe propriul lui calculator. Acest mod de generare a structurilor mari şi complexe doar prin aplicarea unor reguli locale se deosebeşte profund de cel care presupune un plan. Dacă ADN-ul ar fi un fel de plan liniarizat, ar fi banal să programezi calculatorul pentru a citi literele şi a desena animalul. Ar fi însă foarte greu – dacă nu chiar imposibil – ca animalul să fi evoluat astfel.

Mă întorc acum la întrebarea pe care o doamnă sceptică privind evoluția i-ar fi putut-o pune lui Haldane. Dat fiind că genele controlează procesele dezvoltării embrionare, iar nu forma adultului, şi că nu selecția naturală construieşte aripioare, ci embriologia, cum acționează selecția naturală asupra animalelor pentru a le modela corpul şi comportamentul? Altfel spus, cum acționează selecția naturală asupra embrionilor pentru a-i reprofila aşa încât să construiască tot mai bine corpuri reuşite,

cu aripi sau înotătoare, frunze sau blindaje, ace sau tentacule – sau orice e nevoie pentru supraviețuire?

Selecția naturală înseamnă supraviețuirea diferențiată a genelor mai reuşite, în dauna celor mai puțin reuşite, din bazinul genetic. Selecția naturală nu alege direct genele, ci pe reprezentanții lor, care sunt corpurile individuale; iar aceşti indivizi sunt aleşi – în mod deschis, automat, fără intervenția deliberată a cuiva – dacă supraviețuiesc pentru a reproduce copiile aceloraşi gene. Supraviețuirea unei gene e strâns legată de supraviețuirea corpurilor la a căror edificare contribuie, pentru că trăieşte în interiorul lor şi moare odată cu ele. Oricare genă se poate afla, sub forma copiilor ei, înăuntrul unui număr mare de corpuri, atât simultan, într-o populație de indivizi contemporani, cât şi succesiv, pe măsură ce generațiile se succedă. Statistic, o genă care tinde să aibă în medie un efect pozitiv asupra perspectivelor de supraviețuire ale corpurilor în care se găseşte va tinde să-şi sporească frecvența în bazinul genetic. Aşadar, în medie, genele pe care le întâlnim într-un bazin genetic sunt cele pricepute la construirea corpurilor. În acest capitol a fost vorba despre procedurile prin care genele construiesc corpuri.

Interlocutoarei lui Haldane nu i se părea plauzibil că selecția naturală a alcătuit într-un miliard de ani, să zicem, rețeta genetică pentru construirea corpului ei. Eu găsesc că e plauzibil, deşi, bineînțeles, nimeni nu ştie în detaliu cum s-a întâmplat. E plauzibil, pentru că totul se realizează prin reguli locale. În orice acțiune a selecției naturale, mutația selectată a avut – într-o mulțime de celule şi într-o mulțime de indivizi, în paralel – un efect foarte *simplu* asupra formei în care un lanț de proteine se răsuceşte spontan. Acesta, la rândul său, prin acțiune catalitică, accelerează, de pildă, o anumită reacție chimică în toate celulele în care gena e activată. Aşa se modifică pesemne ritmul de creştere a maxilarului în stadiu embrionar, ceea ce influențează forma întregii fețe, scurtând eventual botul şi producând un profil mai curând de om decât de maimuță. Presiunile selecției naturale

care favorizează sau defavorizează gena pot fi extrem de complicate. Ele pot implica selecția sexuală, pesemne o alegere de ordin estetic a partenerilor. Schimbarea formei maxilarului poate avea și un efect subtil asupra capacității animalului de a sparge nuci sau de a-și înfrânge rivalii. O combinație extrem de complicată între presiunile selective contrare, ajungându-se la compromisuri de o uimitoare complexitate, poate influența succesul statistic al unei gene care se propagă prin bazinul genetic. Gena însă habar n-are de toate astea. În diferite corpuri și în generații succesive, ea nu face decât să reprofileze o excrescență atent sculptată într-o moleculă de proteină. Restul urmează automat, în cascade ramificate de consecințe locale, din care în cele din urmă apare un corp întreg.

Mai complicată însă decât presiunile selective în mediul ecologic, sexual și social al animalelor este rețeaua fantastică de influențe din și între celulele în dezvoltare: influențe ale genelor asupra proteinelor, ale genelor asupra genelor, ale proteinelor asupra exprimării genelor, ale proteinelor asupra proteinelor; membrane, gradienți chimici, ghidaje fizice și chimice în embrioni, hormoni și alți mediatori ai acțiunii la distanță, celule etichetate căutând alte celule etichetate identic sau complementar. Nimeni nu înțelege imaginea de ansamblu și nimeni n-are nevoie s-o înțeleagă pentru a accepta splendida plauzibilitate a selecției naturale. Selecția naturală favorizează supraviețuirea în bazinul genetic a mutațiilor prin care apar modificări cruciale în embrioni. Imaginea de ansamblu e o consecință a sutelor de mii de mici interacții locale, fiecare putând fi înțeleasă în principiu (chiar dacă în practică ar putea fi prea dificil) de acela care are destulă răbdare s-o examineze. Întregul poate fi derutant și misterios în practică, dar nu există vreun mister în principiu nici în embriologie, nici în istoria evolutivă prin care genele ce controlează totul au devenit predominante în bazinul genetic. Complicațiile s-au acumulat treptat în cursul evoluției: fiecare pas a fost doar cu foarte puțin diferit de cel dinaintea lui și s-a

datorat unei modificări minuscule, subtile a unei reguli locale existente. Dacă ai un număr suficient de entități mici – celule, molecule de proteine, membrane –, fiecare la nivelul ei urmând regulile locale şi influențându-le pe altele, atunci consecințele finale sunt spectaculoase. Dacă genele supraviețuiesc sau eşuează drept consecință a influenței lor asupra unor asemenea entități locale şi a comportamentului lor, rezultă inevitabil selecția naturală a genelor de succes şi apariția produselor lor de succes. Interlocutoarea lui Haldane se înşela. În principiu, nu e greu să faci ceva precum ea însăşi. Şi, vorba lui Haldane, nu i-au trebuit decât nouă luni.

9
Fiecare continent, o arcă

Imaginați-vă o lume fără insule. Biologii înțeleg adesea prin *insulă* altceva decât o bucată de uscat înconjurată de apă. Pentru un peşte de apă dulce, un lac e o insulă: o insulă de apă locuibilă, înconjurată de uscatul neospitalier. Pentru un gândac alpin, care nu poate trăi sub o anumită altitudine, fiecare vârf înalt e o insulă, despărțită de celelalte prin văi aproape de netrecut. Există viermi nematozi minusculi[1] (înrudiți cu elegantul *Caenorhabditis*) care trăiesc în interiorul frunzelor (până la 10 000 într-o singură frunză grav infectată), unde intră prin stomate, acele orificii microscopice prin care frunzele absorb dioxidul de carbon şi eliberează oxigenul. Pentru un vierme nematod care trăieşte într-o frunză, cum ar fi *Aphelencoides*, o frunză de degețel-roşu este o insulă. Pentru un păduche, părul de pe capul cuiva sau din zona pubiană ar putea părea o insulă. Există pesemne o mulțime de animale şi plante care privesc o oază din deşert ca pe o insulă de răcoare şi verdeață înconjurată de un ocean ostil de nisip. Şi, dacă redefinim termenii din perspectiva animalelor, de vreme ce un arhipelag e un lanț sau un grup de insule, presupun că un peşte de apă dulce ar putea defini arhipelagul ca pe un lanț sau un grup de lacuri, cum sunt cele de-a lungul Marelui Rift african. O marmotă de munte ar spune

1. Vezi: http://www.bayercropscience.co.uk/pdfs/nematodesguide/pdf. (*N. a.*)

că un lanț de vârfuri muntoase despărțite prin văi este un arhipelag. O insectă care se hrănește cu frunze ar numi arhipelag un bulevard străjuit de copaci. Pentru un tăun, o turmă de vite ar fi un arhipelag ambulant.

După ce am redefinit cuvântul *insulă* (căci sabatul a fost făcut pentru om, nu omul pentru sabat*), mă întorc la fraza de început. Imaginați-vă o lume fără insule.

Cumpărase o hartă vastă reprezentând marea,
Fără nici urmă de uscat,
Iar marinarii au fost mulțumiți când și-au dat seama
*Că era o hartă pe care o înțelegeau și ei.***

N-o să mergem atât de departe ca Uşierul, dar imaginați-vă că tot uscatul ar fi adunat la un loc într-un singur mare continent, în mijlocul unei mări amorfe. Fără insule în larg, fără lacuri sau munți pe uscat – nimic nu sparge uniformitatea monotonă și plată. În această lume, un animal poate ajunge cu ușurință oriunde de oriunde, limitat doar de distanță, fără bariere. Nu-i o lume prienlnică evoluției. Viața pe Pământ ar fi extrem de plictisitoare dacă n-ar exista insule, și am să încep acest capitol explicând de ce.

CUM SE NASC SPECII NOI

Fiecare specie e verișoară cu fiecare altă specie. Oricare două specii descind dintr-o specie ancestrală care s-a separat în două. De pildă, strămoșul comun al omului și al papagalului pitic australian a trăit cu vreo 310 milioane de ani în urmă. Specia ancestrală s-a separat în două, iar cele două ramuri au pornit fiecare

---

* *Cf.* Marcu, 2, 27: „Şi le zicea: Sâmbăta a fost făcută pentru om, iar nu omul pentru sâmbătă“. (*N. t.*)

** Pasaj din *The Hunting of the Snark* (*Vânătoarea snark-ului*, 1874), „poem absurd“ de Lewis Carroll (1832–1898). (*N. t.*)

pe drumul ei. Am ales omul şi papagalul pitic pentru a face o comparaţie şocantă, dar aceeaşi specie ancestrală e comună tuturor mamiferelor de pe o ramură a bifurcaţiei şi tuturor reptilelor (zoologic vorbind, păsările sunt reptile, aşa cum arătam în capitolul 6) de pe cealaltă ramură. În eventualitatea puţin probabilă că s-ar descoperi o fosilă a acestei specii ancestrale, ea ar trebui să primească un nume. Să-i spunem *Protamnio darwinii*. Nu cunoaştem nici un detaliu despre ea, detaliile nu contează aici, dar n-am greşi dacă ne-am închipui-o ca pe un fel de şopârlă în goană după insecte. Când *Protamnio darwinii* s-a despărţit în două subpopulaţii, acestea semănau perfect între ele şi se puteau încrucişa; una din ele era însă menită să dea naştere mamiferelor, iar cealaltă, păsărilor (şi dinozaurilor, şi şerpilor, şi crocodililor). Cele două subpopulaţii de *Protamnio darwinii* aveau să se îndepărteze enorm una de alta, într-un timp foarte îndelungat. Dar n-ar fi putut să se îndepărteze dacă ar fi continuat să se încrucişeze – cele două bazine genetice ar fi continuat să-şi amestece între ele genele. Aşa încât orice tendinţă spre divergenţă ar fi fost sugrumată din faşă, înecată în şuvoiul genelor celeilalte populaţii.

Nimeni nu ştie ce s-a întâmplat de fapt când a avut loc această despărţire a drumurilor cu consecinţe uriaşe. S-a petrecut de mult, habar n-avem unde. Dar teoria evoluţionistă modernă poate reconstitui în mod plauzibil următoarea istorie: cele două subpopulaţii de *Protamnio darwinii* au ajuns să se separe cumva, pesemne printr-o barieră geografică, o fâşie de mare separând două insule sau o insulă de continent. Un lanţ de munţi putea separa două văi, sau un fluviu două păduri – două „insule“, în sensul general definit mai sus. Tot ce contează este că cele două populaţii au rămas izolate una de alta suficient de mult, pentru ca, atunci când timpul şi hazardul le-au reunit în cele din urmă, să se fi îndepărtat atât de mult una de alta încât nu se mai puteau încrucişa. Cât de mult timp înseamnă suficient de mult? Dacă au fost supuse unor presiuni selective puternice şi opuse, puteau

fi doar câteva secole, chiar mai puțin. De pildă, pe o insulă putea lipsi un prădător feroce care bântuia pe continent. Sau populația insulară putea trece de la o dietă insectivoră la una vegetariană, ca şopârlele de pe o insulă din Adriatica, după cum am văzut în capitolul 5. Repet, nu cunoaştem detaliile ramificării lui *Protamnio darwinii*, şi nici n-avem nevoie să le cunoaştem. Dovezile aduse de animalele moderne ne dau toate motivele să credem că în trecut trebuie să se fi întâmplat ceva asemănător scenariului pe care l-am prezentat la fiecare despărțire între strămoşii oricăror două animale.

Chiar dacă de ambele părți ale barierei condițiile ar fi identice, două bazine genetice ale aceleiaşi specii separate geografic sfârşesc prin a se îndepărta unul de altul în aşa măsură încât nu se mai pot încrucişa atunci când izolarea geografică încetează. Modificările aleatorii din cele două bazine genetice se acumulează până ce, dacă un mascul şi o femelă de pe cele două laturi se întâlnesc, genomurile lor sunt prea diferite pentru a se combina într-o progenitură fertilă. Fie că avem de-a face doar cu deriva aleatorie, fie că intervine şi selecția naturală diferențiată, dacă cele două bazine genetice au ajuns în punctul de unde nu mai au nevoie de izolare geografică pentru a rămâne separate genetic, putem vorbi despre două specii diferite. În cazul nostru ipotetic, poate că populația insulară s-a schimbat mai mult decât cea continentală, datorită lipsei prădătorilor şi trecerii la o dietă preponderent vegetariană. Un zoolog de la acea vreme ar fi putut observa că populația insulară devenise o specie nouă şi i-ar fi dat un nume, *Protamnio saurops*, de pildă, vechiul nume, *Protamnio darwinii*, continuând să desemneze populația continentală. În scenariul nostru, poate că populația insulară era menită să dea naştere reptilelor sauropside (aşa se numesc, la un loc, reptilele de azi plus păsările), iar populația continentală a dat naştere mamiferelor.

Trebuie să subliniez din nou că *detaliile* micului meu scenariu sunt pură ficțiune. La fel de bine, populația insulară putea da naştere mamiferelor. „Insula“ putea fi o oază încon-

jurată de deşert, nu un uscat înconjurat de ape. Şi, evident, n-avem nici cea mai vagă idee unde anume pe Pământ a avut loc marea despărţire – iar harta lumii arăta pesemne atât de diferit, încât întrebarea nici n-are sens. Ce însă nu mai e ficţiune este învăţătura principală: cele mai multe dintre milioanele de divergenţe evolutive, dacă nu chiar toate, care au populat Pământul cu o diversitate atât de luxuriantă, au început prin separarea întâmplătoare a două subpopulaţii ale unei specii, deseori, dar nu întotdeauna, de cele două părţi ale unei bariere geografice, cum ar fi o mare, un fluviu, un lanţ de munţi sau o vale deşertică. Biologii folosesc termenul *speciaţie* pentru despărţirea unei specii-mamă în două specii-fiice. Mulţi biologi cred că izolarea geografică este preludiul firesc al speciaţiei, însă unii, mai ales entomologi, ar putea adăuga că „speciaţia simpatrică“ este la fel de importantă. Şi speciaţia simpatrică necesită un fel de separare iniţială întâmplătoare pentru a iniţia procesul, dar o altă separare decât cea geografică: o modificare locală a microclimatului. Fără să intru în detalii, voi spune doar că speciaţia simpatrică pare deosebit de importantă în cazul insectelor. De dragul simplităţii însă, voi presupune că separarea iniţială care precedă speciaţia e în mod normal una geografică. Vă amintiţi probabil că, în capitolul 2, vorbind despre rasele de câini domestici, asemănam efectul regulilor impuse de crescători cu crearea unor „insule virtuale“.

„…NE PUTEM ÎNTR-ADEVĂR ÎNCHIPUI…“

Cum ajung două populaţii ale unei specii de-o parte şi de alta a unei bariere geografice? Uneori, bariera apare ca o noutate. Un cutremur face să se caşte un defileu imposibil de străbătut sau să se modifice cursul unui fluviu, şi o specie care fusese o singură populaţie se trezeşte împărţită în două. De cele mai multe ori însă, bariera se afla acolo dintotdeauna, iar animalele

sunt cele care se aventurează s-o treacă. E un eveniment rar, altminteri n-am avea de-a face cu o barieră. Înainte de 4 octombrie 1995, de exemplu, pe insula Anguilla din Caraibi nu exista nici un membru al speciei *Iguana iguana*. La acea dată, o populație din aceste șopârle mari s-a ivit brusc pe țărmul estic al insulei. Norocul a făcut să fie văzute sosind. Se urcaseră pe un covor de crengi și copaci dezrădăcinați, lung de vreo zece metri, care plutise în derivă de pe una dintre insulele vecine, probabil Guadelupa, aflată la o distanță de 160 de mile marine. În luna precedentă, două uragane botezate Luís (pe 4–5 septembrie) și Marilyn (două săptămâni mai târziu) răvășiseră zona și ar fi putut dezrădăcina arborii cu tot cu iguane, care de obicei își petrec timpul în copaci. Noua populație de pe Anguilla prospera în 1998, iar dr. Ellen Censky (v. Censky *et al.*, 1998), prima care le-a studiat, m-a informat că acum ele se descurcă foarte bine, chiar mai bine decât specia indigenă de iguane care se afla pe insulă înainte de sosirea invadatorilor.

Asemenea evenimente de dispersare trebuie să fie destul de frecvente pentru a justifica speciația, dar nu foarte frecvente. Dacă ar fi foarte frecvente – dacă iguanele ar pluti în derivă din Guadelupa spre Anguilla în fiecare an, de pildă –, populația din Anguilla pe cale să-și înceapă speciația ar fi continuu înecată în fluxul de gene și nu ar putea diverge de populația din Guadelupa. Nu vă lăsați însă înșelați de formularea „trebuie să fie destul de frecvente“. S-ar putea înțelege de aici că s-au luat cumva măsuri pentru ca insulele să se afle la distanțe potrivite pentru a înlesni speciația! Asta ar însemna să punem carul înaintea boilor. De fapt, oriunde se află insule (în sens larg) despărțite de o distanță propice speciației, aceasta va avea loc. Iar distanța propice depinde de capacitatea animalelor de a o străbate. Cele 160 de mile marine dintre Guadelupa și Anguilla ar fi floare la ureche pentru o pasăre puternică, de pildă un petrel. Dar traversarea unei fâșii de mare de o sută de metri ar fi prea dificilă pentru moșirea unei noi specii de broaște sau de insecte fără aripi.

Arhipelagul Galápagos se află la 600 de mile de America de Sud, aproape de patru ori mai mult decât au navigat acele iguane pe pluta lor până-n Anguilla. Toate insulele arhipelagului sunt vulcanice şi tinere (după standardele geologice). Nici una n-a fost vreodată legată de continent. Întreaga faună şi floră a insulelor trebuie să fi călătorit până aici probabil de pe continentul sud-american. Chiar dacă păsările mici zboară, 600 de mile sunt suficiente pentru a face ca o asemenea traversare de către o cinteză, de pildă, să fie un eveniment foarte rar. Nu atât de rar însă pentru a nu avea loc, iar în Galápagos sunt cinteze ai căror strămoşi trebuie să fi fost la un moment dat smulşi de pe continent şi azvârliți pe insule de vreo furtună teribilă. Cintezele aparțin toate unui tip sud-american recognoscibil, dar acele specii se găsesc numai în insulele Galápagos. Priviți harta lui Darwin, pe care am adoptat-o din motive sentimentale şi pentru că el a folosit denumirile englezeşti ale insulelor, cu sonoritate marinărească, nu denumirilor spaniole moderne. Scara de 60 de mile este cam o zecime din distanța pe care un animal ar fi trebuit s-o parcurgă pentru a ajunge de pe continent în arhipelag, dar distanțele dintre insule sunt doar de ordinul zecilor de mile. Ce rețetă minunată pentru speciație! Ar fi prea simplu să spunem că probabilitatea de a traversa din întâmplare, purtat de vânt sau de plută, o barieră maritimă e invers proporțională cu lărgimea barierei. E totuşi limpede că între distanță şi probabilitatea de traversare trebuie să existe o corelație inversă. Diferența dintre distanța medie interinsulară, de câteva zeci de mile, şi cele 600 de mile marine până la continent e atât de mare, încât este de aşteptat ca arhipelagul să fie locul ideal pentru speciație. Aşa şi este, după cum şi-a dat seama Darwin abia după ce a părăsit insulele, pentru a nu se mai întoarce niciodată.

Această disparitate între distanțele de zeci de mile dintre insulele arhipelagului şi sutele de mile dintre arhipelag şi continent îl face pe evoluționist să se aştepte ca diferitele insule să găzduiască specii asemănătoare între ele, dar deosebite de

Fig. 47 – Harta lui Darwin cu insulele arhipelagului Galápagos, cu denumiri englezești, astăzi rar folosite

corespondentele lor de pe continent. Şi exact asta găsim acolo. Darwin însuşi a spus-o, apropiindu-se de limbajul evoluționist înainte să-şi fi exprimat limpede ideile (sublinierile îmi aparțin):

Văzând o asemenea gradație şi diversitate structurală la un grup mic, strâns înrudit, de păsări, *ne putem într-adevăr închipui că, de la puținătatea inițială de păsări din arhipelag, o specie a fost luată şi modificată în diferite scopuri*. Într-un mod asemănător, se poate închipui că o pasăre, inițial un şorecar, a fost împinsă aici să preia rolul de consumator de hoituri al păsărilor *Polybori* de pe continentul american. (Darwin, 1845, p. 380)

Ultima frază se referă la şoimul de Galápagos, *Buteo galapagoensis*, altă specie care se găseşte doar în acest arhipelag, dar seamănă vag cu specii continentale, mai ales cu *Buteo swainsoni*, care migrează anual între America de Nord şi America de Sud, şi care putea să fi fost deviat de la cursul său într-una sau două ocazii neobişnuite. Astăzi, şoimul de Galápagos şi cormoranul nezburător trebuie considerate endemice pentru aceste insule (nu trăiesc decât aici). Darwin, care nu îmbrăţişase pe deplin evoluţia, folosea expresia uzuală pe vremea lui, „creaţii aborigene“ – în sensul că Dumnezeu le crease acolo, şi nicăieri în altă parte. Aceeaşi expresie a folosit-o şi pentru ţestoasele-gigant, care trăiau în număr mare pe toate insulele, şi pentru cele două specii de iguane – iguana terestră de Galápagos şi iguana marină de Galápagos. Iguanele marine sunt nişte fiinţe remarcabile, diferite de orice vedem în restul lumii. Se scufundă până pe fundul mării şi pasc algele şi ierburile marine care par să fie singura lor hrană. Sunt înotătoare graţioase, dar nu plăcute privirii, după cum o spune Darwin cu francheţe:

> Este o fiinţă care arată de-a dreptul hidos, de un negru murdar, proastă[1] şi greoaie în mişcări. Un exemplar matur ajunge de obicei la un metru lungime, dar există unele şi mai lungi, de un metru şi douăzeci. […] au cozi aplatizate lateral şi toate cele patru picioare membranate parţial. […] În apă fiind, această şopârlă înoată cu mare uşurinţă şi viteză, cu o mişcare şerpuitoare a trupului şi cozii aplatizate, în timp ce picioarele şi le ţine lipite de corp şi nemişcate. (Darwin, 1845, pp. 385–386)

De vreme ce iguanele marine sunt aşa bune înotătoare, putem presupune că ele, iar nu iguanele terestre, au fost cele care au venit de pe continent, iar apoi au speciat în arhipelag, dând naştere

1. Vezi Darwin (1845). Naturaliştii epocii victoriene obişnuiau să facă asemenea judecăţi de valoare în cărţile lor. Bunicii mei aveau o carte cu păsări, în care despre cormoran scria: „Nu e nimic de spus despre această pasăre deplorabilă.“ (*N. a.*)

iguanelor terestre. Aproape sigur însă, nu aşa s-a întâmplat. Iguana terestră din Galápagos nu diferă mult de iguanele de pe continent, în timp ce iguanele marine nu trăiesc decât în arhipelagul Galápagos. Nicăieri n-a mai fost descoperită o specie de şopârlă cu asemenea obiceiuri acvatice. Astăzi e limpede că iguana terestră a fost cea care a sosit iniţial de pe continentul sud-american, pesemne agăţată de nişte lemne plutind în derivă, ca şopârlele moderne ajunse din Guadelupa pe Anguilla. În Galápagos, iguanele terestre au speciat apoi, dând naştere iguanei marine. Şi e aproape sigur că izolarea geografică asigurată de distanţele interinsulare a făcut posibilă separarea iniţială dintre iguanele terestre ancestrale şi noile iguane marine. Probabil că unele iguane terestre au ajuns din întâmplare pe o insulă unde nu existau iguane, şi au trecut la un mod de viaţă acvatic, fără să fie contaminate de fluxul de gene al iguanelor terestre de pe prima insulă. Mult mai târziu, ele s-au răspândit în arhipelag, ajungând în cele din urmă înapoi pe insula de unde plecaseră strămoşii lor tereştri. Acum însă, nu se mai puteau încrucişa cu iguanele terestre, iar obiceiurile lor acvative moştenite genetic n-au fost contaminate de genele acestora.

Luând la rând exemplele, Darwin a observat acelaşi lucru. Animalele şi plantele de pe fiecare insulă din Galápagos erau endemice în arhipelag („creaţii aborigene“), dar şi, de regulă, unice în detalii, de la o insulă la alta. L-au impresionat mai ales plantele:

> Este un fapt cu adevărat uimitor că pe insula James [Santiago], din cele treizeci şi opt de plante galapagiene, care nu se găsesc nicăieri altundeva în lume, treizeci trăiesc numai şi numai pe această insulă; iar pe insula Albemarle [Isabela], din cele douăzeci şi şase de plante galapagiene aborigene, douăzeci şi două trăiesc numai pe această insulă; cu alte cuvinte, numai patru sunt cunoscute şi de pe alte insule din arhipelag; şi tot aşa […] cu plantele de pe insulele Chatham [San Cristóbal] şi Charles [Floreana]. (Darwin, 1845, p. 396)

Acelaşi lucru l-a observat Darwin şi în legătură cu distribuţia păsărilor cântătoare pe acele insule:

Prima dată mi-a fost atrasă atenţia când am comparat între ele numeroasele specimene de sturz-cântăreţ pe care le împuşcaserăm şi eu, şi alte persoane de pe vas, dar, spre marea mea uimire, am descoperit că toţi cei de pe insula Charles aparţineau unei singure specii (*Mimus trifasciatus*); toţi cei de pe insula Albemarle, speciei *Mimus parvulus*; şi toţi cei de pe insulele James şi Chatham (între care se află alte două insule), speciei *Mimus melanotis*. (Darwin, 1845, pp. 394–395)

La fel se întâmplă peste tot în lume. Fauna şi flora unei regiuni sunt exact aşa cum ne-am aştepta să fie, dacă – pentru a-l cita pe Darwin când vorbea despre cintezele care îi poartă acum numele – „o specie a fost luată şi modificată în diferite scopuri". Viceguvernatorul Insulelor Galápagos, dl Lawson, l-a surprins pe Darwin când l-a informat

că ţestoasele diferă pe diferitele insule şi că el putea spune cu certitudine de pe care insulă provenea fiecare dintre ele. O vreme, n-am dat suficientă atenţie afirmaţiei sale şi începusem deja să amestec între ele colecţiile de pe două insule. Nu mi-ar fi trecut prin minte că nişte pământuri aflate la cincizeci sau şaizeci de mile depărtare între ele, majoritatea vizibile unele de pe altele, formate din exact acelaşi tip de roci, plasate într-un climat foarte asemănător şi ridicându-se la înălţimi aproape egale, puteau fi populate atât de diferit. (Darwin, 1845, p. 394)

Toate ţestoasele uriaşe din Galápagos seamănă cu o specie continentală de ţestoasă de uscat, *Geochelone chilensis*, mai mică decât oricare dintre ele. La un moment dat în cele câteva milioane de ani de când există insulele, una sau mai multe ţestoase de uscat de pe continent a(u) căzut din greşeală în apă şi a(u) plutit până în arhipelag. Cum au supravieţuit acelei traversări lungi şi anevoioase? Cu siguranţă, majoritatea nici n-au supravieţuit. Era însă de ajuns ca unei singure femele să-i

reuşească trucul, iar ţestoasele sunt uimitor de bine echipate pentru a supravieţui traversării.

Marinarii de pe balenierele din trecut luau mii de ţestoase uriaşe de Galápagos la bordul vaselor ca să le mănânce. Pentru a menţine carnea proaspătă, nu le omorau până n-aveau nevoie de ele, dar nu le dădeau hrană şi apă în aşteptarea tăierii. Le răsturnau pe spate, uneori le puneau unele peste altele, aşa încât bietele animale să nu se poată mişca. Spun această poveste nu ca să-mi oripilez cititorii (sunt eu însumi oripilat), ci ca să arăt că ţestoasele pot supravieţui săptămâni întregi fără hrană şi apă, adică suficient timp ca să fie duse de curentul Humboldt din America de Sud până în arhipelagul Galápagos. Unde mai pui că ţestoasele plutesc foarte bine!

După ce au ajuns pe prima insulă din Galápagos şi s-au înmulţit, ţestoasele au trecut de pe o insulă pe alta – iarăşi accidental, însă mai lesne, fiindcă distanţele sunt mult mai mici. Şi au făcut ce fac multe animale când ajung pe o insulă: au evoluat, devenind mai mari. Este vorba de fenomenul gigantismului insular, observat de multă vreme (există şi un fenomen invers, la fel de cunoscut: nanismul insular).[1] Dacă ţestoasele ar fi urmat modelul celebrelor cinteze darwiniene, pe fiecare insulă ar fi evoluat o specie diferită. Apoi, după treceri succesive de pe o insulă pe alta, nu s-ar mai fi putut încrucişa (asta e definiţia separării speciilor) şi şi-ar fi dus viaţa lor diferită, necontaminate genetic.

Am putea spune că obiceiurile şi preferinţele de împerechere incompatibile ale diferitelor specii constituie un substitut genetic al izolării geografice pe insule separate. Deşi se suprapun geografic, ele sunt acum izolate pe „insule“ separate de exclusivitate a împerecherii, aşa încât pot diverge şi mai mult. Cinte-

1. Regula pare să fie aceasta: pe insule, animalele mari devin mai mici (de exemplu, pe insule mediteraneene precum Creta şi Sicilia trăiau mai demult elefanţi pitici, de înălţimea unui câine de talie mare), în timp ce animalele mici devin mai mari (ca ţestoasele din Galápagos). Există o serie de teorii privind această tendinţă divergentă, dar amănuntele lor ne-ar îndepărta de subiectul cărţii de faţă. (*N. a.*)

zele terestre de talie mare, medie şi mică s-au despărţit iniţial pe insule diferite; cele trei specii coexistă acum pe cele mai multe insule din Galápagos fără să se încrucişeze şi specializându-se fiecare într-o dietă cu seminţe aparte.

Ţestoasele au făcut ceva similar, dezvoltând forme diferite de carapace pe insule diferite. Speciile de pe insulele mari au carapacele ca o cupolă. La cele de pe insulele mici, sunt ca o şa, cu o fereastră cu marginile ridicate în faţă, pe unde scot capul. Motivul acestei diferenţieri pare să fie acela că insulele mari sunt suficient de umede pentru ca ierburile să crească pe ele, iar ţestoasele pasc iarbă. Insulele mai mici sunt de regulă prea uscate pentru ierburi, aşa că ţestoasele se hrănesc cu cactuşi. Carapacea în formă de şa cu fereastra ei cu margini ridicate îi permite gâtului să se întindă până la vârfurile cactuşilor care, la rândul lor, cresc mai înalţi într-o cursă a înarmărilor evolutivă împotriva ţestoaselor.

Povestea ţestoaselor adaugă la cea a modelelor de cinteze o complicaţie suplimentară: pentru ţestoase, vulcanii sunt insule în interiorul insulelor. Vulcanii oferă oaze verzi, umede şi răcoroase, situate la mare altitudine şi înconjurate, la altitudini mai joase, de câmpuri de lavă care, pentru ţestoasele mari ierbivore, constituie deşerturi ostile. Fiecare insulă mică are un singur vulcan înalt şi unica ei specie (sau subspecie) de ţestoasă uriaşă (cu excepţia celor câteva unde nu există nici una). Pe marea insulă Isabela („Albemarle“, pentru Darwin) se află un şir de cinci vulcani înalţi, fiecare cu propria lui specie (sau subspecie) de ţestoasă. Isabela este cu adevărat un arhipelag într-un arhipelag: un sistem de insule într-o insulă. Iar principiul insulelor în sens geografic, pregătind scena pentru evoluţia insulelor în sensul genetic-metaforic al speciilor, n-a fost niciodată mai limpede ilustrat decât aici, în arhipelagul tinereţii binecuvântate a lui Darwin.[1]

1. Aceste pasaje despre ţestoasele uriaşe sunt extrase dintr-un articol despre un vas numit *Beagle* (nu cel adevărat, din păcate, dispărut de

Fig. 48 – Arbori de pădure de pe insula Sfânta Elena

Una dintre cele mai izolate insule de pe glob este Sfânta Elena, formată în jurul unui singur vulcan în Atlanticul de Sud, la circa 1 200 de mile marine de coastele Africii. Trăiesc aici aproximativ o sută de plante endemice (tânărul Darwin le-ar fi numit „creații aborigene“, iar mai târziu ar fi spus că au evoluat pe insulă). Printre acestea, se numără (se numărau, fiindcă unele au dispărut între timp) arbori de pădure aparținând familiei margaretelor.

Aceşti arbori prezintă obiceiuri asemănătoare celor ale unor arbori de pe continentul african, cu care nu sunt strâns înrudiți. Dar plantele de pe continent cu care se înrudesc sunt nişte ierburi sau tufişuri mici. Probabil că nişte seminţe ale acelor ierburi sau tufişuri au străbătut cumva o mie de mile pentru a ajunge pe Sfânta Elena, iar aici, nişa arborilor de pădure nefiind ocupată, au dezvoltat trunchiuri mai mari şi mai lemnoase, devenind arbori în toată puterea cuvântului. Asemenea margarete-arbori au evoluat independent şi în arhipelagul Galápagos. Tiparul se repetă pe insule de pretutindeni.

Fiecare dintre marile lacuri africane are propria-i faună unică de peşti, dominată de grupul ciclizilor. Faunele de ciclizi din lacurile Victoria, Tanganika şi Malawi, fiecare compusă din câteva sute de specii, este complet diferită de celelalte. Evident, au evoluat separat în cele trei lacuri, ceea ce face cu atât mai

---

mult) din arhipelagul insulelor Galápagos, articol pe care l-am publicat în ziarul *The Guardian* din 19 februarie 2005. (*N. a.*)

fascinant faptul că au urmat acelaşi „parcurs“ în fiecare dintre ele. Pare-se că, la început, una sau două specii fondatoare au ajuns în fiecare lac, probabil din râuri. Şi în fiecare lac aceşti întemeietori au trecut prin speciații succesive până când lacul s-a populat cu sutele de specii pe care le vedem azi. Cum se poate ca într-un lac să se obțină izolarea care permite speciația?

Când am definit insula în sens metaforic, am arătat că, pentru peşte, un lac înconjurat de uscat e o insulă. E însă mai puțin evident că insulă, în sensul convențional de uscat înconjurat de apă, poate fi o „insulă“ pentru un peşte, mai ales dacă trăieşte doar în apele puțin adânci. Sau, în mare, gândiți-vă la un peşte de recif de corali care nu se aventurează niciodată în adâncuri. Pentru un asemenea peşte, o insulă de corali e o „insulă“, iar Marea Barieră de Corali e un arhipelag. Ceva similar se poate produce chiar şi într-un lac. Mai ales într-un lac de mari dimensiuni, o protuberanță stâncoasă poate fi o „insulă“ pentru un peşte ale cărui obiceiuri îl limitează la apele puțin adânci. Aproape sigur în acest mod au reuşit măcar unii dintre ciclizii din marile lacuri africane să ajungă la izolarea inițială. Majoritatea indivizilor rămâneau în apele puțin adânci din jurul insulelor sau din golfuri şi golfulețe. Aceasta a dus la izolarea parțială de alte asemenea ochiuri de ape mici, legate când şi când prin traversări ale apelor adânci pentru a forma echivalentul acvatic al unui „arhipelag“ de tip Galápagos.

Există dovezi solide (cum ar fi eşantioane ale sedimentelor de adâncime) că nivelul lacului Malawi (se numea Nyasa când mi-am petrecut pe malurile lui nisipoase prima vacanță, cu găletuşa şi lopățica în mână) creşte şi scade spectaculos de-a lungul secolelor, şi că punctul minim a fost atins în secolul XVIII, când era cu o sută de metri mai jos decât în prezent. Multe dintre insulele de acum erau coline pe uscatul din jurul lacului, mai puțin întins pe atunci. În secolele XIX şi XX, când nivelul lacului a crescut, colinele au devenit insule, vârfurile lor au devenit arhipelaguri, iar procesul speciației s-a declanşat la ciclizii care trăiesc în apele puțin adânci, numiți de localnici

mbuna. „Aproape orice protuberanță stâncoasă şi insuliță are propria-i faună de *mbuna*, cu nesfârşite nuanțe de culori şi specii. Cum o mare parte dintre aceste insulițe şi protuberanțe erau uscat în urmă cu doar 200–300 de ani, diversificarea faunei a avut loc în acest interval.“ (v. Owen *et al.*, 1989)

Ciclizii se pricep foarte bine la o asemenea speciație rapidă. Lacurile Malawi şi Tanganika sunt vechi, în schimb lacul Victoria e foarte tânăr. Bazinul său a luat naştere cu doar vreo 400 000 de ani în urmă, şi de atunci lacul a secat de mai multe ori, cel mai recent în urmă cu vreo 17 000 de ani. Asta pare să însemne că fauna sa endemică de circa 450 de specii de peşti ciclizi a evoluat în întregime timp de câteva secole, nu în milioanele de ani asociate de regulă cu divergențele evolutive de asemenea amploare. Ciclizii din lacurile africane sunt impresionanți fiindcă dovedesc de ce e capabilă evoluția într-un timp atât de scurt. Aproape că ar merita incluşi în capitolul despre evoluția „sub ochii noştri“.

Crângurile şi pădurile din Australia sunt dominate de copaci aparținând unui singur gen, *Eucalyptus*, şi sunt peste 700 de specii care umplu o gamă uriaşă de nişe. Putem aplica şi aici ce spunea Darwin despre cinteze: aproape că ne putem imagina că o specie de eucalipt a fost „luată şi modificată în diferite scopuri“. În acelaşi sens, un exemplu şi mai celebru e fauna de mamifere australiană. În Australia există (sau existau, până la recentele extincții provocate pesemne de sosirea populației umane aborigene) echivalentele ecologice ale lupilor, pisicilor, iepurilor, cârtițelor, guzganilor, leilor, veveriților zburătoare şi a multe alte animale. Dar ele sunt marsupiale, radical diferite de lupii, pisicile, iepurii, cârtițele, guzganii, leii şi veverițele zburătoare cu care suntem obişnuiți în restul lumii, adică de aşa-numitele mamifere euteriene*. Echivalentele australiene descind

1. De la *Eutheria* (gr. „animal adevărat“), denumire dată în comun primatelor şi tuturor celorlalte mamifere din mai multe ordine, care

toate din doar câteva, sau poate chiar dintr-o singură specie ancestrală de marsupiale „luată şi modificată în diferite scopuri". Această minunată faună marsupială a produs şi fiinţe pentru care e greu de găsit un corespondent în afara Australiei. Numeroasele specii de cangur umplu nişe ocupate în alte părţi de antilope (sau de maimuţe ori lemurieni, în cazul cangurilor arboricoli), dar ele ţopăie, nu galopează. Gama lor se întinde de la cangurul mare roşu (exista şi o specie mai mare, carnivoră, astăzi dispărută), până la micuţii wallaby şi cangurii arboricoli. Au existat şi marsupiale uriaşe, cât un rinocer, numite diprotodonţi şi înrudite cu wombaţii, dar lungi de trei metri, înalţi de aproape doi metri la greabăn şi cântărind până la două tone. Voi reveni la marsupialele australiene în capitolul următor.

E ridicol s-o spun, dar o fac cu gândul la cei peste 40% dintre americani care acceptă *ad litteram* ce scrie în Biblie, după cum mă lamentam în capitolul 1: cum ar trebui să arate distribuţia geografică a animalelor, dacă toate s-ar fi răspândit din Arca lui Noe? N-ar trebui să existe un fel de regulă a scăderii diversităţii speciilor pe măsura ce ne îndepărtăm de un epicentru – de muntele Ararat, de pildă? Inutil să mai spun că nu asta vedem.

De ce să fi migrat de pe muntele Ararat până în Australia toate acele marsupiale – de la şoricei cu buzunăraş, trecând prin ursul koala şi guzganul bilby, şi ajungând la cangurii uriaşi sau la diprotodonţi –, dar nici un euterian? Ce rută or fi urmat? Şi de ce nici măcar un singur membru al acelei caravane rătăcitoare n-a făcut o pauză pe drum şi nu s-a aciuat pe undeva – în India, în China sau printr-un refugiu de pe Drumul Mătăsii? De ce întregul ordin *Edentata* (toate cele douăzeci de specii de tatu, inclusiv cea uriaşă, dispărută, toate cele şase specii de leneş, inclusiv leneşul uriaş dispărut, şi toate cele patru specii

---

sunt mai apropiate între ele decât sunt de marsupiale, denumite generic *Metatheria*. Termenul a fost introdus în 1880 de T.H. Huxley. (*N. t.*)

de furnicar) s-a încolonat într-un marş neîntrerupt tocmai până în America de Sud, nelăsând în urmă nici un semn al trecerii sale, nici un strop de piele, nici un fir de păr, nici un colţ de platoşă, care să indice că măcar unii membri s-au statornicit undeva pe drumul până la destinaţie? Şi de ce acestora li s-a alăturat întregul infraordin al rozătoarelor aşa-numite caviomorfe, care include cobaiul, paca, mara, capibara, şinşila, plus o mulţime de alte specii formând împreună un mare grup de rozătoare caracteristice Americii de Sud, şi care nu se găsesc nicăieri altundeva? De ce un întreg subordin de maimuţe, zise platirine sau cu nasul turtit, au ajuns cu toate în America de Sud şi nicăieri în altă parte? N-ar fi trebuit ca măcar unele dintre ele să se fi alăturat altor maimuţe, zise catarine sau cu nările alăturate, în Asia ori în Africa? Sau, invers, n-ar fi trebuit ca măcar o specie de maimuţe catarine să-şi fi găsit drumul spre Lumea Nouă, împreună cu cele platirine? De ce toţi pinguinii au luat în piept lunga rătăcire către sud, până în Antarctica, şi nici măcar unul nu s-a îndreptat către Arctica, la fel de ospitalieră pentru specia lor?

Un lemurian ancestral, foarte probabil aparţinând unei specii unice, s-a trezit cum-necum în Madagascar. Acum sunt 37 de specii de lemurieni (plus câteva dispărute între timp). Ca dimensiuni, variază între lemurianul-şoarece pigmeu, mai mic decât un hamster, şi lemurianul uriaş, mai mare decât o gorilă şi asemănător unui urs, care a dispărut foarte recent. Şi cu toţii trăiesc numai acolo, în Madagascar. Nicăieri în lume nu mai există lemurieni, iar în Madagascar nu există alte maimuţe. Cum îşi închipuie cei 40% de negaţionişti ai istoriei că s-a putut ajunge la o asemenea stare de lucruri? Să fi coborât cele 37 de specii de lemurieni (plus alte câteva) ca o singură trupă din Arca lui Noe şi s-o fi luat cu cozile în sus către Madagascar, nelăsând pe de lături nici măcar un rătăcit, nicăieri, cât e Africa de lungă şi de lată?

Îmi cer încă o dată scuze că trântesc ditamai barosul peste o nucă mică şi fragilă, dar mă văd obligat, de vreme ce peste

40% dintre americani cred *ad litteram* în povestea cu Arca lui Noe. S-ar cuveni să-i ignoram şi să ne vedem mai departe de ştiinţa noastră, dar nu ne putem permite, fiindcă ei controlează comitetele şcolare, îşi ţin copiii să înveţe acasă pentru a le interzice contactul cu adevăraţii profesori de ştiinţe, iar unii dintre ei sunt şi membri ai Congresului Statelor Unite, guvernatori de state sau chiar candidaţi la preşedinţie şi vicepreşedinţie. Aceşti oameni au bani şi putere ca să constituie universităţi, instituţii, ba chiar un muzeu unde copiii pot călări dinozauri mecanici, despre care li se spune pe un ton solemn că au coexistat cu oamenii. Iar sondaje recente au arătat că Marea Britanie nu e cu mult în urmă (sau „înainte“?), împreună cu alte ţări din Europa şi cu cea mai mare parte a lumii musulmane.

Chiar dacă lăsăm deoparte muntele Ararat, chiar dacă ne abţinem să-i arătăm cu degetul pe cei care iau *ad litteram* un mit cum e cel cu Arca lui Noe, dificultăţi asemănătoare întâmpină orice teorie a creării separate a speciilor. De ce ar hotărî un Creator omnipotent să-şi distribuie speciile atent proiectate pe toate insulele şi continentele, exact după tiparul cuvenit pentru a sugera în mod irezistibil că ele au evoluat şi s-au răspândit din locul unde au apărut? De ce ar fi pus lemurienii în Madagascar, şi nicăieri altundeva? De ce ar fi pus maimuţe platirine doar în America de Sud şi maimuţe catarine doar în Africa şi Asia? De ce nici un mamifer nu trăieşte în Noua Zeelandă, cu excepţia liliecilor, care ar fi putut zbura până acolo? De ce animalele din arhipelaguri seamănă îndeaproape cu cele de pe insulele învecinate şi aproape întotdeauna seamănă – poate nu la fel de mult, dar tot inconfundabil – cu cele de pe cel mai apropiat continent sau insulă mai mare? De ce ar fi pus Creatorul numai marsupiale în Australia, cu excepţia, repet, a liliecilor care ar fi putut zbura până acolo şi a animalelor pe care le-ar fi putut aduce oamenii cu bărcile? Dacă privim cu atenţie fiecare continent şi fiecare insulă, fiecare lac şi fiecare râu, fiecare vârf de munte şi fiecare vale, fiecare pădure şi fiecare deşert, nu putem

înțelege rațional distribuția faunei şi a florei decât urmând intuiția lui Darwin legată de cintezele de Galápagos: „ne putem într-adevăr închipui că, de la puținătatea inițială […] o specie a fost luată şi modificată în diferite scopuri."

Fascinat de insule, Darwin a vizitat multe la bordul vasului *Beagle*, ba chiar a descoperit un adevăr surprinzător privind formarea insulelor de corali. Abia mai târziu a înțeles importanța insulelor şi arhipelagurilor pentru teoria sa, şi a efectuat câteva experimente ca să testeze teoria conform căreia izolarea geografică este preludiul speciației (el n-a folosit acest cuvânt). De exemplu, a ținut semințe în apă de mare şi a văzut că unele şi-au păstrat capacitatea de a germina şi după un timp în care ar fi ajuns, plutind, de pe continent pe insulele învecinate. A descoperit în schimb că ouăle de broască erau distruse imediat de apa de mare, şi a folosit această observație ca să explice un fapt esențial privind distribuția geografică a broaştelor:

> În legătură cu absența unor întregi ordine de pe insulele oceanice, Bory St. Vincent remarca mai demult că batracienii (broaşte, brotaci, tritoni) n-au fost niciodată găsiți pe vreuna dintre numeroasele insule care împânzesc marile oceane. Mi-am luat sarcina să verific această afirmație, şi am descoperit că e absolut adevărată. Am fost totuşi asigurat că există o broască în munții din insula cea mare a Noii Zeelande; bănuiesc însă că această excepție (dacă informația se adevereşte) poate fi explicată prin glaciațiuni. Absența generală a broaştelor, brotacilor şi tritonilor de pe atât de multe insule oceanice nu poate fi pusă pe seama condițiilor fizice; insulele par să fie extrem de propice acestor animale; pentru că în Madeira, Azore şi Mauritius au fost aduse broaşte, iar ele s-au înmulțit în aşa măsură încât au devenit o pacoste. Dar, cum se ştie că aceste animale şi ouăle lor sunt distruse imediat de apa de mare, consider că ar fi foarte greu ca ele să străbată marea, şi de aceea nu există pe nici o insulă oceanică. Din perspectiva teoriei creației însă, motivul pentru care n-au fost create acolo mi se pare foarte greu de explicat. (Darwin, 1859, p. 393)

Darwin era perfect conştient de semnificaţia distribuţiei geografice a speciilor pentru teoria evoluţiei. El a observat că majoritatea faptelor puteau fi explicate dacă presupunem că animalele şi plantele au evoluat. Ne putem deci aştepta ca, de regulă, animalele moderne să trăiască pe aceleaşi continente unde se găsesc fosilele care sunt probabil ale strămoşilor lor sau ale unor rude ale acestora – şi exact asta descoperim. Ne putem aştepta ca animalele să împartă acelaşi continent cu specii asemănătoare lor – şi exact asta descoperim. Iată ce spune Darwin în acest sens, acordând o atenţie aparte animalelor din America de Sud, pe care le cunoştea prea bine:

> Călătorind, spre exemplu, de la nord la sud, naturalistul nu poate să nu fie izbit de modul în care grupele succesive de fiinţe distincte, dar evident înrudite, se înlocuiesc unele pe altele. El află de tipuri de păsări strâns înrudite, însă distincte, observă asemănarea lor, vede cuiburile lor construite în moduri similare, dar nu identice, cu ouă colorate aproximativ la fel. Câmpiile din apropierea Strâmtorii lui Magellan sunt populate de o specie de *Rhea* (struţ american), iar la nord, pe câmpiile din La Plata, de o altă specie din acelaşi gen, dar nu de un struţ autentic sau de un emu, precum cele din Africa şi Australia, aflate la aceeaşi latitudine. Pe aceste câmpii din La Plata vedem agouti şi bizcacha, animale având aproape aceleaşi obiceiuri ca iepurii noştri de câmp şi de casă […], dar e limpede că prezintă o structură de tip american. Urcăm pe coastele abrupte ale Cordilierilor, şi dăm peste o specie alpină de bizcacha; în ape nu găsim castori sau şobolani moscaţi, ci coypu şi capibara, rozătoare de tip american. (Darwin, 1859, p. 349).

Sunt afirmaţii de bun-simţ, iar Darwin a reuşit să explice astfel o gamă imensă de observaţii. Există însă fapte legate de distribuţia geografică a plantelor, animalelor şi rocilor care necesită explicaţii de alt tip, fără legătură cu bunul-simţ, care l-ar fi uluit şi fascinat pe Darwin dacă le-ar fi cunoscut.

S-A MIȘCAT PĂMÂNTUL?

Pe vremea lui Darwin, toată lumea credea că harta lumii era în linii mari neschimbătoare. Unii contemporani ai lui acceptau posibilitatea să fi existat mari punți de uscat, în prezent scufundate, care ar fi explicat asemănările dintre flora sud-americană şi cea africană, de pildă. Darwin nu era încântat de ideea punților, dar ar fi fost cu siguranță entuziasmat de dovezilor moderne conform cărora întregi continente se mişcă pe suprafața Pământului. Asta explică cel mai bine anumite date privind dispersia plantelor şi animalelor, mai ales a fosilelor. De exemplu, există asemănări între fosilele din America de Sud, Africa, Antarctica, Madagascar, India şi Australia, pe care le explicăm astăzi prin invocarea străvechiului mare continent sudic Gondwana, reunind toate aceste pământuri moderne. O dată în plus, detectivul nostru sosit mai târziu la locul crimei e nevoit să accepte concluzia că evoluția este o realitate.

Teoria „derivei continentelor", aşa i s-a spus, a fost propusă de climatologul german Alfred Wegener (1880–1930). Wegener n-a fost însă primul care a remarcat, privind harta lumii, că forma unui continent sau a unei insule se potriveşte adeseori cu linia de coastă de pe partea cealaltă a mării, ca şi cum cele două mase de uscat ar fi piese de puzzle, chiar dacă distanța dintre ele e foarte mare. Şi nu e vorba de mici exemple locale, cum ar fi coasta Insulei Wight, care se potriveşte mănuşă cu cea a regiunii Hampshire, de parcă strâmtoarea Solent nici n-ar exista. Wegener şi predecesorii lui au remarcat că un lucru foarte asemănător se putea spune despre porțiunile aflate față-n față ale unor continente uriaşe cum sunt Africa şi America de Sud. Coasta Braziliei de azi pare croită anume pentru a intra sub marea proeminență vest-africană, iar nordul aceleiaşi proeminențe se potriveşte bine cu coasta nord-americană, din Florida până în Canada. Nu numai formele se potrivesc în linii mari; Wegener a subliniat şi asemănarea formațiunilor geologice de

pe toată lungimea coastei răsăritene a Americii de Sud cu cele corespunzătoare de pe coasta de vest a Africii. Şi coasta de vest a Madagascarului se potriveşte cu coasta de est a Africii (nu zona de coastă sud-africană cu care se află astăzi față-n față, ci coasta Tanzaniei şi Kenyei, mai la nord), iar linia lungă şi dreaptă a coastei de est a Madagascarului e comparabilă cu marginea dreaptă a vestului Indiei. Wegener a mai arătat că fosilele străvechi descoperite în Africa şi America de Sud semănau mai mult decât te-ai fi aşteptat presupunând că harta lumii ar fi fost dintotdeauna cea de azi. Cum e cu putință, dată fiind lățimea Atlanticului de sud? Să fi fost odinioară cele două continente mai apropiate sau chiar unite? Ideea era tentantă, dar încă nu sosise vremea ei. Wegener a observat şi potriviri între fosilele din Madagascar şi din India. Apoi există afinități la fel de grăitoare între fosilele din nordul Americii de Nord şi din Europa.

Asemenea observații l-au făcut pe Wegener să propună îndrăzneața ipoteză eretică a derivei continentelor. Toate marile continente ale lumii, spunea el, au fost odinioară unite într-un supercontinent numit Pangeea. Într-un imens interval de timp geologic, Pangeea s-a dezmembrat treptat, fragmentele desprinse, continentele pe care le cunoaştem, s-au îndreptat către pozițiile actuale, iar deriva lor continuă şi acum.

Parcă-i auzi pe contemporanii sceptici ai lui Wegener întrebându-se, cum s-ar zice astăzi în jargonul străzii, dacă nu cumva „trăsese pe nas“! Ştim însă că avea dreptate. Sau aproape dreptate. Chiar dacă a dat dovadă de clarviziune şi imaginație, trebuie să spun că ipoteza savantului german se deosebea mult de teoria modernă a plăcilor tectonice. Wegener credea că masele continentale navigau pe oceane ca nişte vapoare gigantice, plutind nu pe apă (ca Popsipetl, insula goală pe dinăuntru a doctorului Dolittle), ci pe mantaua semilichidă a planetei. Nu-i de mirare că alți savanți au înălțat metereze de scepticism. Ce forțe titanice ar putea împinge un obiect plutitor de dimensiunile Americii de Sud sau ale Africii pe mii de mile? Voi explica

Fig. 49 – Caricatură inspirată de teoria „derivei continentelor“ a lui Wegener: „America de Sud în secesiune!“

diferența dintre teoria modernă a plăcilor tectonice şi teoria derivei continentelor a lui Wegener, pentru a ajunge apoi la dovezile care o susțin.

În teoria plăcilor tectonice, întreaga suprafață a Pământului, inclusiv fundul oceanelor, constă dintr-o serie de plăci de rocă suprapunându-se ca o armură. Continentele pe care le vedem sunt îngroşări ale plăcilor care se ridică deasupra nivelului mării. Majoritatea suprafeței fiecărei plăci se află sub apă. Spre deosebire de continentele lui Wegener, plăcile tectonice nu navighează pe mare, nici nu se târăsc pe suprafața Pământului, ci *sunt* chiar suprafața Pământului. Nu căderi în greşeala lui Wegener de a privi continentele ca nişte piese de puzzle adunate laolaltă sau îndepărtate una de alta. Gândiți-vă în schimb la o placă ce e continuu generată la o margine de creştere, într-un proces remarcabil numit expansiunea fundului oceanic, pe care-l

voi lămuri de îndată. La celelalte margini, placa suferă o „subducție“, adică e trasă sub o placă învecinată. Sau plăcile învecinate pot aluneca una pe lângă alta. Imaginea de pe planşa color 17 arată o porțiune din falia San Andreas din California, locul unde marginile plăcilor Pacificului şi Americii de Nord se foarfecă între ele. Combinația dintre expansiunea fundului oceanic şi subducție face să nu existe goluri între plăci. Întreaga suprafață a planetei e acoperită de plăci – fiecare dispare prin subducție sub o placă învecinată într-o parte, sau alunecă peste altă placă, în timp ce creşte prin expansiunea fundului oceanic în altă parte.

E tentant să ne gândim la imensul rift care a şerpuit odinioară prin străvechiul continent Gondwana între ceea ce aveau să fie Africa şi America de Sud. La început trebuie să fi fost presărat cu lacuri, aşa cum este azi riftul din estul Africii. Apoi, când America de Sud s-a rupt de restul uscatului, s-a umplut cu apă de mare. Ce privelişte îl va fi întâmpinat pe vreun Cortés* îndesat şi dinozaurian în timp ce se uita peste nou formata strâmtoare lungă şi îngustă la „Gondwana de Vest“, care se îndepărta încet! Wegener avea dreptate: potrivirea pieselor de puzzle nu-i un accident. Se înşela însă închipuindu-şi că masele continentale sunt nişte plute gigantice navigând prin golurile dintre ele umplute de mare. America de Sud şi Africa, plus platfomele lor continentale, nu sunt decât porțiunile mai groase ale celor două plăci tectonice, ale căror suprafețe stâncoase se află în mult mai mare parte sub nivelul mării. Plăcile constituie litosfera (textual: „sfera de piatră“) dură, aceasta plutind pe astenosferă (textual: „sfera slabă“) fierbinte, semitopită. Astenosfera e moale – nu e rigidă şi casantă, ca plăcile litosferei, ci se comportă mai degrabă ca un lichid: este flexibilă, precum chitul sau carameaua, chiar

* Hernán Cortés (1485–1547) a fost un conchistador spaniol, care a distrus imperiul aztec şi a cucerit porțiuni mari din teritoriul Mexicului de astăzi. (*N. t.*)

dacă nu-i neapărat topită. Această distincție între două sfere concentrice nu corespunde întru totul distincției mai obișnuite (bazată pe compoziția chimică, nu pe tăria fizică) între „crustă" și „manta".

Majoritatea plăcilor sunt alcătuite din două tipuri de rocă litosferică. Fundurile adânci ale oceanelor sunt acoperite cu un strat relativ uniform de rocă vulcanică foarte densă, gros de vreo zece kilometri. Stratul acesta vulcanic e acoperit cu un strat superficial de rocă sedimentară și mâl. Continentul, repet, este partea dintr-o placă tectonică vizibilă deasupra nivelului mării, care se ridică la această înălțime acolo unde placa e îngroșată de straturi suplimentare de rocă mai puțin densă. Părțile subacvatice ale plăcilor sunt continuu create la margini – marginea răsăriteană, în cazul plăcii sud-americane; marginea apuseană, în cazul plăcii africane. Între cele două margini se află dorsala atlantică: ea șerpuiește prin mijlocul Atlanticului din Islanda (singura parte mare a dorsalei care se ridică deasupra nivelului mării) până departe spre sud.

Dorsale subacvatice asemănătoare laminează alte plăci în alte părți ale lumii (vezi planșele color 18 și 19). Ele funcționează ca niște fântâni alungite (la scara de timp lentă a geologiei), scoțând la iveală rocă topită în procesul de expansiune a fundului oceanic. Dorsala în expansiune din mijlocul Atlanticului pare să împingă placa africană spre est și placa sud-americană spre vest. A fost sugerată imaginea cu o pereche de rulouri care se desfășoară în sensuri opuse: ea ne ajută să ne facem o idee, cu condiția să reținem că totul se petrece la o scară a timpului prea lentă pentru ca oamenii să observe procesul. Viteza cu care America de Sud și Africa se îndepărtează una de alta a fost comparată – într-o imagine atât de memorabilă, încât a devenit clișeu – cu viteza cu care cresc unghiile. Faptul că ele sunt despărțite acum de mii de kilometri este încă o dovadă a vârstei enorme, nebiblice, a Pământului, în acord cu dovezile aduse de radioactivitate menționate în capitolul 4.

Am folosit mai sus expresia „pare să împingă“, şi mă grăbesc să revin. Ne putem închipui că rulourile despre care vorbeam împing de la spate plăcile tectonice, dar nu e realist. Plăcile tectonice sunt prea masive pentru a fi împinse de la spate de forţele vulcanice orientate în sus de-a lungul unei dorsale din mijlocul oceanului. E ca şi cum un brotac s-ar opinti să împingă un petrolier. Astenosfera însă, fiind cvasilichidă, are curenţi de convecţie care se întind pe întreaga ei suprafaţă, sub toată suprafaţa plăcilor tectonice. În fiecare regiune, astenosfera se mişcă foarte încet într-o direcţie constantă şi se răsuceşte înapoi în sens invers în straturile mai profunde. Stratul superior al astenosferei de sub placa sud-americană, de exemplu, se mişcă inexorabil înspre vest. Şi, dacă e de neconceput ca un rulou care se desfăşoară de jos în sus să aibă forţa necesară pentru a împinge ditamai placa sud-americană care-i opune rezistenţă, nu e deloc absurd ca un curent de convecţie, care se deplasează lent într-o direcţie constantă *pe sub întreaga suprafaţă inferioară* a unei plăci, să poate căra povara continentală „plutitoare“ odată cu el. Nu mai e vorba de brotaci. Orice petrolier, oricât de mare, dacă are motoarele oprite şi se lasă în voia curentului Humboldt, va fi dus de apă.

Aceasta e, pe scurt, teoria modernă a plăcilor tectonice. Revin acum la dovezile în favoarea ei. De fapt, aşa cum e normal în cazul faptelor stabilite ştiinţific, avem o mulţime de tipuri diferite de dovezi, dar eu mă voi opri doar la tipul cel mai elocvent. E vorba de dovezile oferite de vârsta rocilor, în special de benzile magnetice din ele. Aproape că e prea frumos ca să fie adevărat – o ilustrare perfectă a comparaţiei cu „detectivul care ajunge mai târziu la locul crimei“ şi e condus inexorabil către o concluzie unică. Avem aici câteva elemente care seamănă cu amprentele digitale – amprente magnetice uriaşe în interiorul stâncilor.

Îl vom însoţi pe detectivul nostru metaforic într-o călătorie de-a latul Atlanticului de Sud, într-un submarin capabil

să suporte ameţitoarele presiuni din adâncul mărilor. Submarinul e echipat pentru a fora eşantioane de rocă, prin sedimentele superficiale de pe fundul mării, până la rocile vulcanice ale litosferei, precum şi cu un laborator pentru datarea radiometrică a eşantioanelor (vezi capitolul 4). Detectivul stabileşte cursul spre est din portul brazilian Maceio, la o latitudine de zece grade sud faţă de Ecuator. După ce am călătorit vreo 50 de kilometri prin apele puţin adânci ale platformei continentale (care, din perspectiva care ne interesează aici, aparţine Americii de Sud), fixăm hublourile de presiune înaltă şi ne scufundăm (ce eufemism!), ne scufundăm tot mai adânc în hăurile unde singura lumină este câte o licărire întâmplătoare de luminiscenţă verzuie a vreuneia dintre arătările groteşti care populează această lume stranie.

Când atingem fundul mării, la vreo trei mii de stânjeni*, forăm până dăm de litosfera vulcanică şi extragem un eşantion de rocă. Laboratorul de datare radioactivă de la bord intră în funcţiune şi raportează o vârstă de circa 140 de milioane de ani – cretacicul inferior. Submarinul porneşte mai departe spre est, de-a lungul paralelei de zece grade latitudine sudică, recoltând eşantioane de rocă la intervale dese. Vârsta fiecărui eşantion e atent măsurată, iar detectivul trece în revistă datările, în căutarea unui tipar. Nu trebuie să caute prea mult. Şi doctorul Watson** l-ar putea sesiza. Pe măsură ce călătorim către est străbătând vastele câmpii ale fundului oceanic, rocile devin tot mai tinere. După vreo 730 de kilometri, eşantioanele de rocă datează din cretacicul târziu, din urmă cu vreo 65 de milioane de ani, cam de pe vremea când au dispărut ultimii dinozauri. Tendinţa rocilor de a întineri continuă pe măsură ce ne apropiem de mijlocul Atlanticului, iar proiectoarele submarinului lumi-

---

* Aici, în sensul de stânjen marin, unitate de măsură a adâncimii echivalentă cu 1,83 m – aşadar, în jur de 5 500 de metri. (*N. t.*)

** Colegul de discuţii deductive şi asistentul relativ distrat al detectivului Sherlock Holmes din povestirile lui Arthur Conan Doyle. (*N. t.*)

nează poalele unui uriaş lanţ muntos subacvatic. Este dorsala atlantică (vezi planşele color 18 şi 19), peste care submarinul nostru va trebui să se ridice. Începem deci să urcăm, culegând mai departe eşantioane de rocă şi observând că ele sunt tot mai recente. Când ajungem pe vârful dorsalei, sunt atât de tinere, încât nu ne-am mira să le vedem ivindu-se în faţa noastră din măruntaiele vulcanilor sub formă de lavă. Într-adevăr, cam aşa s-a şi întâmplat. Insula Ascension e o parte a dorsalei atlantice, ivită deasupra apei în urma unei serii recente de erupţii – în fine, „recent" înseamnă vreo şase milioane de ani în urmă; e recent în raport cu vârstele rocilor culese pe traseul nostru subacvatic.

Ne îndreptăm acum spre Africa, de cealaltă parte a dorsalei, peste câmpiile din adânc ale fundului estic al Atlanticului. Continuăm să culegem eşantioane de rocă şi, după cum ghiciţi probabil, ele devin tot mai vechi pe măsură ce ne apropiem de Africa. Este imaginea în oglindă a tiparului observat înainte să ajungem la dorsala atlantică. Detectivul nu mai are dubii în privinţa explicaţiei. Cele două plăci tectonice se îndepărtează una de alta, în timp ce fundul mării se extinde în ambele direcţii, de-o parte şi de alta a dorsalei. Întreaga rocă nouă adăugată celor două plăci divergente provine din activitatea vulcanică a dorsalei, iar apoi e purtată în direcţii opuse de cele două rulouri gigantice numite placa sud-americană şi placa africană. Culorile convenţionale din planşele 18 şi 19, care ilustrează procesul, redau vârstele rocilor, cele roşii fiind cele mai recente. Se poate vedea cât de fidelă e simetria în oglindă a vârstelor de pe cele două laturi ale dorsalei atlantice.

Dar povestea devine şi mai interesantă. Detectivul observă un tipar mai subtil al eşantioanelor de rocă, pe măsură ce sunt procesate în laboratorul de la bord. Miezul rocilor extrase din litosfera profundă este uşor magnetic, ca un ac de busolă. Fenomenul este bine înţeles. Când roca topită se solidifică, câmpul magnetic al Pământului se imprimă în ea sub forma polarizării cristalelor fine din care e alcătuită roca vulcanică. Cristalele

se comportă ca nişte minuscule ace de busolă înghețate, blocate în direcția pe care o indicau în momentul solidificării lavei. Se ştie de mult că polul magnetic al Pământului nu e fix, ci se deplasează, probabil din cauza curgerii lente a amestecului de fier şi nichel topit din miezul planetei. În prezent, polul nord magnetic se află lângă insula Ellesmere, în nordul Canadei, dar nu va rămâne acolo. Pentru a determina precis nordul cu busola magnetică, navigatorii trebuie să introducă un factor de corecție care se schimbă de la an la an datorită fluctuației câmpului magnetic terestru.

Dacă detectivul înregistrează unghiul exact sub care se aflau eşantioanele de rocă atunci când au fost extrase, câmpul magnetic înghețat în fiecare eşantion îi dă poziția câmpului magnetic terestru din momentul solidificării lavei. Acum urmează partea cea mai interesantă. La intervale neregulate de zeci sau sute de mii de ani, câmpul magnetic terestru se inversează complet, pesemne din cauza unor schimbări importante în miezul topit de nichel şi fier. Fostul pol nord magnetic se mută într-o poziție apropiată de adevăratul Pol Sud, iar fostul pol sud magnetic se mută în nord. Şi, desigur, rocile înregistrează poziția curentă a nordului magnetic din momentul când s-a solidificat lava ieşită din fundul oceanului. Pentru că polarizarea se inversează o dată la câteva zeci de mii de ani, magnetometrul poate detecta benzi întinzându-se de-a lungul stratului de rocă submarină – benzi în care câmpurile magnetice ale eşantioanelor sunt toate orientate într-o direcție, alternând cu benzi în care câmpurile magnetice sunt toate orientate în direcția opusă. Detectivul nostru le colorează în alb şi negru pe hartă. Iar, când priveşte benzile de pe hartă ca pe un fel de amprente digitale, observă un tipar inconfundabil. La fel ca în cazul benzilor colorate convențional reprezentând vârsta absolută a rocilor, benzile-amprentă magnetică de la vest de dorsala atlantică sunt simetrice în oglindă cu cele de la est. Exact ce era de aşteptat dacă polaritatea magnetică a rocii a

fost fixată când lava s-a solidificat în dorsală, iar apoi s-a deplasat în direcții opuse într-un ritm constant şi foarte lent. Elementar, dragul meu Watson![1]

Revenind la terminologia din capitolul 1, transformarea ipotezei derivei continentelor a lui Wegener în teoria modernă a plăcilor tectonice este un exemplu de manual pentru solidificarea unei ipoteze într-o teorimă – o realitate universal acceptată. Mişcările plăcilor tectonice sunt importante în acest capitol pentru că fără ele nu putem înțelege pe deplin distribuția plantelor şi animalelor pe continentele şi insulele planetei. Când am vorbit despre bariera geografică inițială care separa două specii incipiente am dat exemplul unui cutremur care a modificat cursul unui fluviu. Aş fi putut menționa şi forțele plăcilor tectonice care au rupt un continent în două, iar apoi au împins cele două gigantice fragmente în direcții opuse, cu tot cu pasagerii lor, plante şi animale – aşadar, fiecare continent, o arcă.

Madagascarul şi Africa făceau parte odinioară din marele continent sudic numit Gondwana, împreună cu America de Sud, Antarctica, India şi Australia. Gondwana şi-a început fragmentarea – teribil de lentă, după standardele percepției noastre – cu circa 165 de milioane de ani în urmă. Pe atunci, încă lipit de India, Australia şi Antarctica în Gondwana de Est, Madagascarul s-a desprins de partea răsăriteană a Africii. Cam în aceeaşi vreme, America de Sud s-a desprins de Africa de Vest în direcția opusă. Gondwana de Est s-a fragmentat mai târziu, iar Madagascarul s-a despărțit de India în urmă cu vreo 90 de milioane de ani. Fiecare fragment al vechii Gondwana şi-a dus cu sine încărcătura de plante şi animale. Madagascarul a fost o autentică „arcă", India, o alta. De pildă, strămoşii struțului şi ai păsării-elefant îşi aveau probabil originea în Madagascar/India, pe când

1. Vai!, Holmes n-a rostit niciodată această replică, la fel cum Robert Burns n-a scris *Auld Lang Syne* (*De dragul vremurilor vechi*), dar aluzia funcționează, pentru că toată lumea crede c-a rostit-o. (*N. a.*)

acestea erau încă unite. Mai târziu, s-au despărțit. Cei rămaşi pe uriaşa plută numită Madagascar au evoluat către viitoarele păsări-elefant, pe când strămoşii struților au pornit-o în direcția opusă, pe marea corabie India, şi mult mai târziu – când subcontinentul indian s-a ciocnit de Asia dând naştere munților Himalaya – s-au răspândit pe continentul asiatic şi au ajuns în cele din urmă în Africa, unde au rămas până astăzi să tropăie (chiar aşa: masculii tropăie pentru a-şi impresiona femelele). Păsări-elefant, vai!, nu mai vedem astăzi (nici nu mai auzim, spre norocul nostru, pentru că s-ar fi cutremurat pământul dacă şi ele ar fi tropăit). Incomparabil mai masive decât cei mai mari struți, aceste păsări uriaşe din Madagascar se află, pare-se, la originea legendarei „roc", o pasăre care apare în a doua călătorie a lui Sindbad Marinarul. Deşi era suficient de mare pentru a fi călărită de om, pasărea-elefant nu avea aripi, deci n-ar fi putut să-l poarte pe Sindbad prin aer, aşa cum se spune.[1]

Nu numai că teoria, acum bine întemeiată, a plăcilor tectonice explică numeroase fapte legate de distribuția fosilelor şi a ființelor vii, dar ea oferă şi alte dovezi privind vechimea Pământului. Ar trebui deci să fie un spin zdravăn în coasta creaționiştilor, măcar a celor care susțin teoria „Pământului tânăr". Cum o tratează ei? Într-un mod foarte ciudat.[2] Nu neagă deplasarea continentelor, în schimb consideră că toată povestea s-ar fi petrecut în mare grabă şi foarte recent, pe vremea potopului

1. Legile fizice ale proporțiilor îi interzic unei păsări de dimensiunile păsării-elefant să se delecteze cu zborul bazat pe bătaia din aripi, indiferent de anvergura aripilor, fiindcă mușchii necesari pentru a zbura cu aripi atât de masive ar trebui să fie atât de mari, încât nu şi-ar putea ridica de la pământ nici propria-i greutate. (*N. a.*)

2. Unii dintre ei, cel puțin, sunt încurcați. Alții poate că sunt necinstiți. Teoria „Pământului tânăr", de la adresa http://www. answersingenesis.org/articles/am/v2/n2/a-catastrophic-breakup, este respinsă de un creaționist adept al teoriei Pământului vechi, la adresa: http:// www.answersincreation. org/rebuttal/aig/Answers/2007/answers_v2_n2_ tectonics.htm. (*N. a.*)

lui Noe.[1] De vreme ce dau la o parte cu nonşalanţă dovezi care susţin evoluţia, te-ai aştepta să facă aceeaşi scamatorie şi cu dovezile privind plăcile tectonice. Dar n-o fac, creaţioniştii acceptă că America de Sud şi Africa erau cândva unite ca două piese de puzzle. Par să considere concludente dovezile în acest sens, deşi evoluţia e susţinută de dovezi încă mai puternice, pe care ei le neagă. De vreme ce dovezile înseamnă atât de puţin pentru ei, te întrebi de ce nu merg până la capăt şi nu neagă pur şi simplu tot ce ţine de plăcile tectonice.

Cartea lui Jerry Coyne *De ce este adevărată evoluţia* oferă o magistrală analiză a dovezilor legate de distribuţia geografică (aşa cum e de aşteptat din partea autorului celei mai documentate cărţi recente privind speciaţia – v. Coyne şi Orr, 2004). Coyne pune punctul pe *i* vorbind despre înclinaţia creaţioniştilor de a ignora dovezile, atunci când ele nu susţin ceea ce Scriptura spune că e adevărat: „Dovezile biogeografice ale evoluţiei sunt acum atât de puternice, încât n-am văzut în ultima vreme nici o carte, nici un articol şi nici o conferinţă care să încerce să le nege. Creaţioniştii se prefac pur şi simplu că aceste dovezi nu există.“ Ei se comportă ca şi cum fosilele ar oferi singurele dovezi ale evoluţiei. Registrul fosil e într-adevăr foarte solid. De pe vremea lui Darwin s-au descoperit camioane întregi de fosile, iar toate aceste probe fie sprijină activ evoluţia, fie sunt compatibile cu ea. Oricât de puternice ar fi însă probele furnizate de fosile, ţin să subliniez încă o dată că nu sunt cele mai puternice dovezi pe care le avem. Chiar dacă nu s-ar fi descoperit nici măcar o singură fosilă, dovezile oferite de animalele vii tot ar fi copleşitoare în favoarea concluziei că Darwin avea dreptate. Detectivul sosit la locul crimei după consumarea faptei tot ar putea strânge o mulţime de indicii care sunt încă

1. Ce imagine de neuitat: America de Sud şi Africa, fugind atât de repede una de alta, de lasă în urmă un bărbat care le urmăreşte înot – şi asta patruzeci de zile încheiate! (*N. a.*)

şi mai puțin conturnabile decât fosilele. În acest capitol am arătat că distribuția animalelor pe insule şi continente este exact aşa cum ne-am aştepta să fie dacă toate animalele ar fi înrudite între ele şi ar fi evoluat din strămoşi comuni, în perioade foarte lungi. În capitolul următor îmi propun să compar animalele moderne între ele, analizând distribuția caracteristicilor în regnul animal, mai ales comparând secvențele de cod genetic, pentru a ajunge la aceeaşi concluzie.

10

Arborele înrudirilor

OSUL DE OS LEGAT

Ce capodoperă e scheletul mamiferelor! Nu vreau să spun că ar fi frumos în sine, deşi eu aşa îl găsesc. Vreau să spun pur şi simplu că putem vorbi despre *scheletul* mamiferelor: un lucru atât de complicat e atât de diferit de la un mamifer la altul în fiecare detaliu, dar e evident *acelaşi* la toate mamiferele. Scheletul nostru ne e suficient de familiar ca să nu mai trebuiască ilustrat, dar priviți scheletul de liliac din figura 50. Nu-i fascinant că fiecare oscior din el îşi are echivalentul identificabil în scheletul uman? Identificabil grație ordinii în care se îmbină. Doar proporțiile diferă. Mâinile liliacului sunt enorm mărite (în raport cu dimensiunea lui totală, desigur), dar e imposibil să nu observi corespondența dintre degetele noastre şi oasele acelea lungi din aripile lui. Mâna omenească şi mâna liliacească sunt în mod evident – nimeni sănătos la minte n-ar putea nega – două versiuni ale unuia şi aceluiaşi lucru. Termenul tehnic pentru genul acesta de asemănare e „omologie". Aripa zburătoare a liliacului şi mâna apucătoare a omului sunt „omoloage". Mâinile strămoşului comun – şi restul scheletului – au fost alungite ori comprimate, bucată cu bucată, în diferite direcții şi în cantități diferite, de-a lungul unor linii evolutive diferite.

Acelaşi lucru se aplică – din nou la proporții diferite – în cazul aripii unui pterodactil (figura 51; nu era mamifer, dar

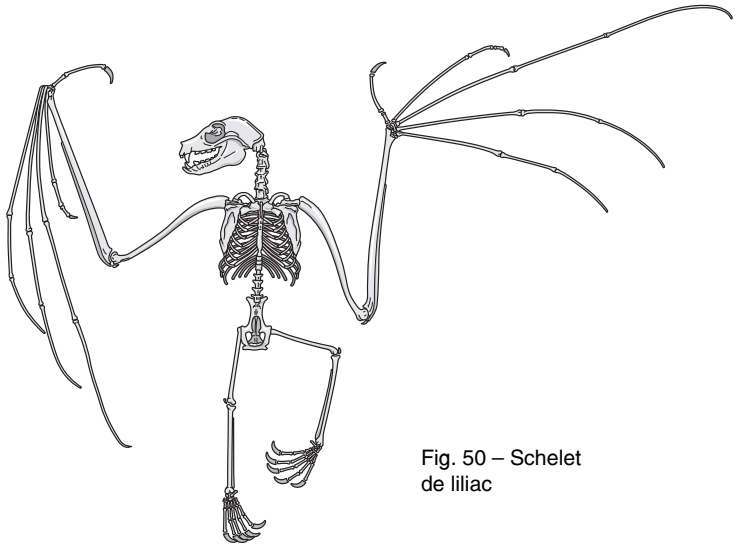


Fig. 50 – Schelet de liliac

principiul rămâne valabil, ceea ce-l face cu atât mai impresionant). Membrana aripii acestui pterodactil e mult întinsă de un singur deget, pe care noi l-am numi „degetul mic“. Din perspectiva omologiei, e şocant să descoepri că o asemenea greutate e susținută de al cincilea deget, care la noi pare atât de fragil, numai că la pterodactil degetul al cincilea, departe de a fi „degetul mic“, se întindea pe aproape întreaga lungime a corpului şi era probabil simțit zdravăn şi puternic, aşa cum ne simțim noi brațul. Iată o nouă ilustrare a ideii pe care vreau s-o subliniez. Degetul al cincilea este *modificat* pentru a susține membrana aripii. Toate detaliile diferă, dar poate fi recunoscut în continuare drept al cincilea deget datorită relației spațiale cu celelalte oase ale scheletului. Această tijă lungă, zdravănă, care susține o aripă, e „omoloaga“ degetului nostru mic. „Degetul mic“ se traduce în pterodactileză prin „ditamai tija“.

Pe lângă adevărații zburători – păsări, lilieci, pterozauri, insecte –, o mulțime de alte animale planează, obicei care ne

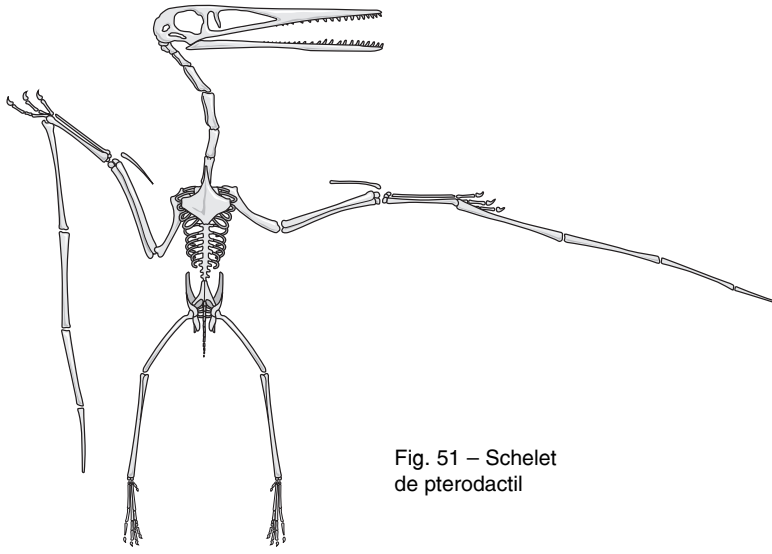


Fig. 51 – Schelet de pterodactil

poate spune câte ceva despre originile zborului propriu-zis. Ele au membrane pentru planat, care au nevoie de un suport osos, însă acesta nu trebuie neapărat să provină din oasele degetelor, ca în cazul aripilor liliecilor şi ale pterozaurilor. Veveriţele zburătoare (două grupuri independente de rozătoare) şi falangerii zburători (marsupiale australiene care arată aproape la fel ca veveriţele zburătoare, dar nu sunt strâns înrudite cu ele) au o membrană de piele între braţe şi picioare. Luate individual, degetele nu trebuie să susţină o greutate prea mare, aşa că nu s-au mărit. Eu m-aş simţi mai bine ca veveriţă zburătoare decât ca pterodactil, fiindcă mi se pare „normal“ să te sprijini pe întreg braţul şi întreg piciorul.

Figura 52 înfăţişează scheletul unei aşa-numite şopârle zburătoare, alt elegant animal de pădure plutitor. Se vede imediat că la ea coastele, nu degetele sau braţele şi picioarele, s-au modificat pentru a susţine „aripile“ – membranele pentru zbor. Şi aici asemănarea scheletului în ansamblul lui cu alte schelete

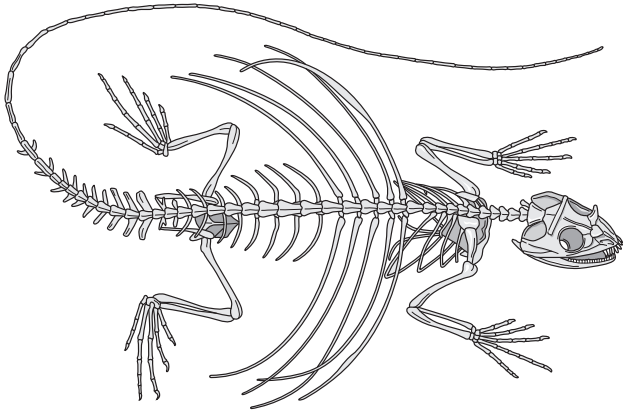


Fig. 52 – Schelet de „șopârlă zburătoare“

de vertebrate e clară. Luând oasele unul câte unul, poți identifica pentru fiecare corespondentul din scheletele de om, liliac sau pterodactil.

Aşa-numitul colugo („lemurianul zburător“) din pădurile Asiei de Sud-Est, seamănă cu veverițele zburătoare şi falangerii zburători, cu excepția faptului că şi coada, împreună cu brațele şi picioarele, e inclusă în structura de susținere a membranei zburătoare. Asta nu mi se pare corect, pentru că nu-mi pot imagina cum e să ai coadă, deşi avem şi noi, la fel ca celelalte maimuțe mari „fără coadă“, un vestigiu de coadă, coccisul, ascuns bine sub piele. Oricât am fi noi de maimuțe antropoide aproape fără coadă, ne vine greu să ne imaginăm cum e să fii maimuța-păianjen a cărei coadă surclasează întreaga coloană vertebrală. Pe planşa color 26 se poate vedea cu cât e mai lungă decât brațele şi picioarele, care sunt oricum lungi. La fel ca la multe maimuțe din Lumea Nouă (ba chiar şi la multe mamifere din Lumea Nouă în general, un fapt ciudat, greu de interpretat), coada maimuței-păianjen e „prehensilă“, adică modificată pentru apucat, şi ai zice că se termină cu o mână suplimentară, deşi nu e omoloaga unei mâini reale şi n-are degete. Într-adevăr,

coada maimuței-păianjen seamănă foarte bine cu un picior sau o mână suplimentară.

Ideea cred că e iarăşi limpede. Sunt aceleaşi oase ca în coada oricărui mamifer, numai că sunt modificate pentru a îndeplini o altă funcție. De fapt, coada ca atare nu e chiar aceeaşi: coada maimuței-păianjen are mai multe vertebre, dar vertebrele arată la fel ca vertebrele din orice altă coadă, inclusiv din coccisul nostru. Vă puteți imagina cum e să fii o maimuță cu cinci „mâini“ apucătoare – câte una la capetele fiecărui membru, plus cea de la capătul cozii – şi să te poți atârna fericită de oricare dintre ele? Eu nu reuşesc. Tot ce ştiu e că maimuța-păianjen are o coadă omoloagă coccisului meu, la fel cum osul aripii, teribil de lung şi de puternic, al unui pterodactil e omologul degetului meu mic.

Iată alt fapt surprinzător. Copita unui cal e omoloagă unghiei de la degetul meu mijlociu (de la mână şi de la picior). Caii umblă deci pe vârfuri la propriu. Ei şi-au pierdut aproape în întregime celelalte degete, la toate membrele. Omoloagele degetului nostru arătător şi ale inelarului, ca şi ale echivalentelor de la picioare, supraviețuiesc la ei sub forma unor „aşchii“ de os, lipite de osul „principal“ şi rămase pe sub piele. Osul principal e omologul metacarpianului nostru median, care e ascuns în interiorul mâinii (sau metatarsianului, ascuns în interiorul piciorului). Toată greutatea calului – substanțială, nu glumă, la rase precum Shire sau Clydesdale – e susținută de degetele mijlocii de la cele patru membre. Omologiile, de exemplu cu degetele noastre mijlocii sau cu cele ale unui liliac, sunt absolut limpezi. Nimeni nu s-ar îndoi de ele; şi, pentru ca demonstrația să fie şi mai convingătoare, unii cai se nasc cu câte trei degete la fiecare picior, mijlociul jucând rolul normal de „picior“, iar cele două laterale având copite în miniatură (figura 53).

Vedeți cât de frumoasă este ideea modificărilor practic nesfârşite de-a lungul unor perioade imense, fiecare formă modificată păstrând urme inconfundabile ale originalului? Mă încântă

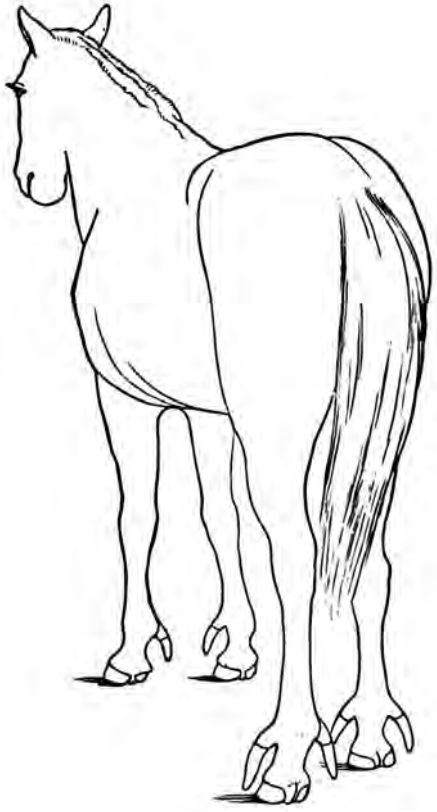


Fig. 53 – Cal polidactil

litopternele, un ordin de erbivore sud-americane dispărute, neînrudite strâns cu animalele moderne şi foarte diferite de cai, cu excepția faptului că aveau picioarele şi copitele aproape identice. Caii (în America de Nord[1]) şi litopternele (în America de Sud, care pe-atunci era o insulă gigantică, istmul Panama urmând să apară abia într-un viitor îndepărtat) au dezvoltat în mod independent exact aceeaşi reducție a tuturor degetelor de la toate membrele, cu excepția celor mijlocii, şi le-au crescut copite identice la capetele acelor degete. Probabil că nu există chiar atât de multe căi prin care un mamifer erbivor poate deveni un alergător rapid. Caii şi litopternele au dat peste aceeaşi cale – reducându-şi toate degetele, cu excepția celui mijlociu – şi au ajuns la acelaşi rezultat. Vacile şi antilopele au dat peste altă soluție: reducerea tuturor degetelor, cu excepția a două.

1. Poate părea surprinzător că au evoluat în America de Nord, când se ştie că băştinaşii americani au rămas uimiți la vederea invadatorilor europeni călare. Grosul evoluției cabaline s-a petrecut într-adevăr în America. Caii s-au răspândit apoi în restul lumii, cu puțin timp (după standardele geologice) înainte de a dispărea de pe continentul american. Sunt animale americane reintroduse de om în America. (*N. a.*)

Următoarea afirmație pare paradoxală, dar se poate vedea că are sens şi e o remarcă importantă. Scheletele tuturor mamiferelor sunt identice, dar oasele lor sunt diferite. Prin „schelet“ eu am avut aici în vedere o ansamblare ordonată a oaselor. Din această perspectivă, formele oaselor nu sunt proprietăți ale „scheletului“, pentru care contează doar ordinea în care ele se ataşează unul de altul: „osul de os legat“, parafrazând vorbele profetului Ezechiel şi cântecul bazat pe acel pasaj*:

Osul degetului de la picior legat de osul tălpii,
Osul tălpii legat de osul gleznei,
Osul gleznei legat de osul piciorului,
Osul piciorului legat de osul genunchiului,
Osul genunchiului legat de osul coapsei,
Osul coapsei legat de osul şoldului,
Osul şoldului legat de osul spatelui,
Osul spatelui legat de osul umărului,
Osul umărului legat de osul gâtului,
Osul gâtului legat de osul capului –
Aud cuvântul Domnului!

Problema este că acest cântec ar putea fi aplicat efectiv oricărui mamifer, ba chiar oricărei vertebrate de uscat, şi mult mai în detaliu decât sugerează versurile. De exemplu, „osul capului“ (craniul) conține 28 de oase, majoritatea legate prin „suturi“ rigide, însă cu un os de mari dimensiuni movibil – osul maxilar inferior sau mandibula[1]. Şi lucrul minunat este că, dacă adăugăm sau scădem

* Este vorba de un cântec spiritual, *Dem Dry Bones* (*Cele oase uscate*), pe muzică de James Weldon Johnson (1871–1938), ale cărui versuri sunt inspirate din Cartea lui Ezechiel (37, 1–14). (*N. t.*).

1. Un singur os, la mamifere. Maxilarul inferior al reptilelor e mai complicat şi de el se leagă o poveste fascinantă, pe care n-am inclus-o aici (nu le poți avea pe toate). Printr-un uimitor număr de scamatorie evolutivă, oasele mici ale mandibulei reptiliene au fost cooptate în urechea mamiferelor, unde au constituit o punte extrem de delicată pe care sunetele sunt transportate de la timpan la urechea internă. (*N. a.*)

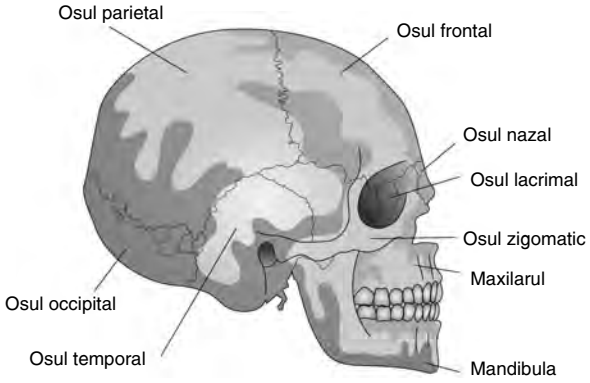


Fig. 54 – Craniu de om

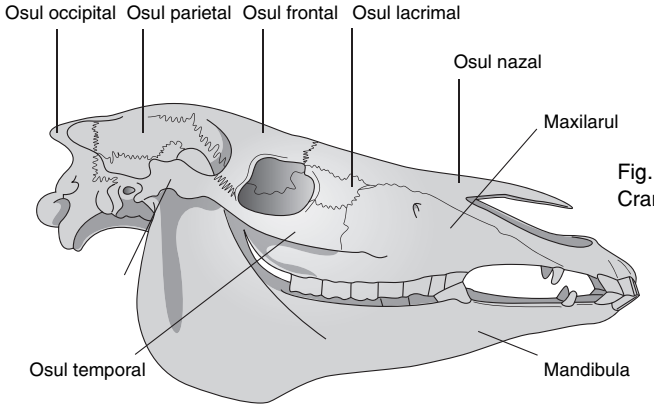


Fig. 55 – Craniu de cal

câte un os ici şi colo, la toate mamiferele se regăseşte acelaşi set de 28 de oase, care pe drept cuvânt pot fi numite la fel.

Întreaga structură e aceeaşi, deşi formele oaselor diferă radical de la un mamifer la altul:

Osul gâtului legat de osul occipital,
Osul occipital legat de osul parietal,
Osul parietal legat de osul frontal,
Osul frontal legat de osul nazal…
…Osul nr. 27 legat de osul nr. 28…

Ce concluzie tragem de aici? Ne-am limitat la animalele moderne, aşa că nu vedem evoluţia în acţiune. Suntem detectivi sosiţi mai târziu la locul crimei. Iar tiparul asemănărilor dintre scheletele animalelor moderne este exact tiparul la care trebuie să ne aşteptăm dacă descind cu toate dintr-un strămoş comun, unele mai recent decât altele. Scheletul ancestral s-a modificat treptat de-a lungul epocilor. Unele perechi de animale, de pildă girafa şi okapi, au un strămoş comun recent. Nu e riguros corect să spunem că girafa este un okapi alungit pe verticală, fiindcă amândouă sunt animale moderne. Dar putem bănui (pe baza unor dovezi fosile, dar nu vorbim despre fosile în acest capitol) că strămoşul comun semăna mai mult cu un okapi decât cu o girafă. La fel, antilopele impala şi gnu[1] sunt verişoare apropiate între ele, şi ceva mai îndepărtate cu girafa şi cu okapi. Toate patru sunt rude mai îndepărtate cu alte animale cu copitele despicate, cum ar fi porcul şi facocerul (care sunt veri între ei şi cu pecarii). Toate animalele cu copitele despicate sunt rude mai îndepărtate ale cailor şi zebrelor (care n-au copitele despicate şi sunt veri apropiaţi între ei). Putem continua cât vrem, punând între paranteze în grupuri perechi de veri, grupuri de grupuri de veri şi (grupuri de (grupuri de (grupuri de veri))). În ceea ce urmează, dat fiind că ştiţi ce înseamnă veri de gradul întâi – bunici comuni – şi veri de gradul al doilea – străbunici comuni – etc., semnificaţia parantezelor e limpede:

{(lup vulpe)(leu leopard)} {(girafă okapi)(impala gnu)}

Totul sugerează un arbore genealogic.

---

1. Termenul *wildebeest*, de origine olandeză, este tot mai mult folosit în loc de *gnu*. Eu încerc să salvez cuvântul *gnu*, pentru că, dacă el dispare de tot, poezioara lui Flanders şi Swann rămâne fără noimă: „Gnu sunt câtuşi de puţin / Ca oribila de *hartebeest*, / Gnu, gnu, gnu, eu sunt gnu!“ (*N. a.*) [*Hartebeest* e o specie de antilopă de savană africană, cu coarnele încovoiate şi răsucite; traducerea cântecului, desigur, încearcă doar să redea ideea jocului de cuvinte din original. (*N. t.*)]

Pot fi explicate asemănările altfel decât printr-un arbore genealogic? Nu prea. Înainte de Darwin, tiparul ierarhic al asemănărilor a fost observat de creaționiști, iar ei au venit cu o explicație neevoluționistă trasă de păr: tiparele de asemănare reflectau *teme* la care s-a gândit proiectantul, care a avut diferite idei pentru a făuri animalele. Gândurile lui urmau tema mamiferelor și, independent, tema insectelor. În cadrul temei mamiferelor, ideile proiectantului s-au împărțit ierarhic în subteme (tema copitelor despicate, să zicem) și în subsubteme (tema porcului, să zicem). Toată povestea e atât de forțată, încât creaționiștii de astăzi nu prea mai apelează la ea. La fel ca în cazul dovezilor

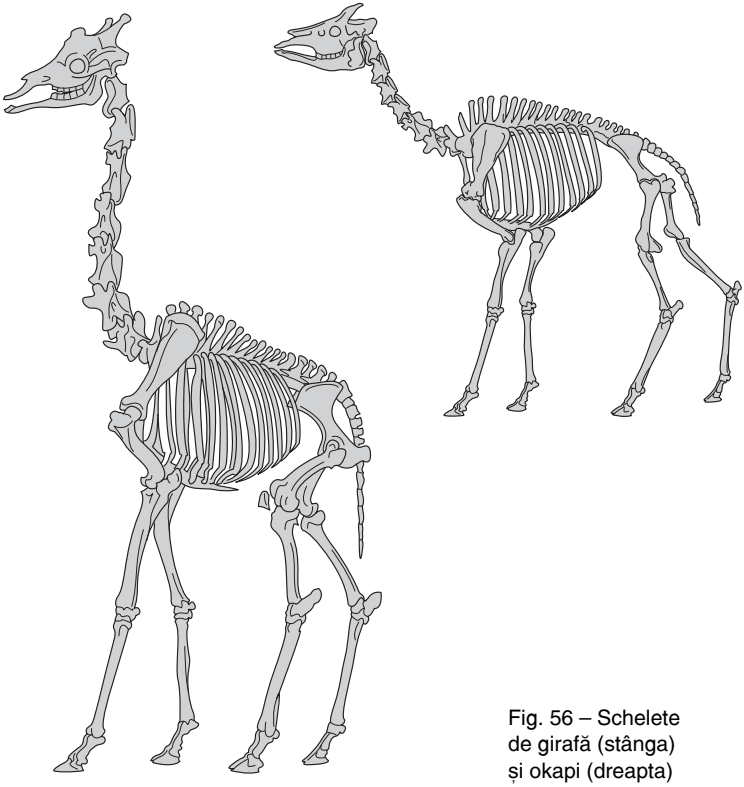


Fig. 56 – Schelete de girafă (stânga) și okapi (dreapta)

legate de distribuția geografică, despre care am vorbit în capitolul precedent, ei discută rareori despre dovezile comparative, preferând să se limiteze la fosile, despre care au fost (greşit) învățați să creadă că se află pe un teren promițător.

FĂRĂ ÎMPRUMUTURI

Pentru a înțelege cât de absurdă e ideea de creator care se cramponează de „teme“, să ne gândim că un proiectant uman rezonabil e fericit să împrumute o idee de la una dintre invențiile sale, dacă aceasta poate fi în folosul alteia. Poate că există o „temă“ a proiectării avioanelor, diferită de „tema“ proiectării trenurilor. Dar o componentă a unui avion – un model îmbunătățit de lampă pentru citit, de pildă – ar putea fi împrumutată şi la trenuri. De ce nu, dacă serveşte aceluiaşi scop? Când au fost inventate primele automobile, expresia „trăsură fără cai“ ne indică sursa de inspirație. Dar vehiculele trase de cai n-au nevoie de volan – caii se mână cu frâie –, aşa că ideea de volan trebuie să fi avut altă sursă. Nu ştiu care, dar bănuiesc că a fost împrumutată dintr-o tehnologie cu totul diferită, cea a navelor maritime. Înainte să fie înlocuit de volan, apărut la sfârşitul secolului XIX, instrumentul inițial de cârmire a unui automobil a fost echea, împrumutată şi ea de la diversele ambarcațiuni, dar mutată din spate la bordul vehiculului.

Dacă penele sunt o idee bună în cadrul „temei“ păsărilor, aşa încât apar la toate păsările, indiferent dacă zboară sau nu, de ce nici un mamifer n-are pene? De ce proiectantul n-a împrumutat pana, această invenție ingenioasă, fie şi pentru un singur liliac? Răspunsul evoluționistului e clar. Toate păsările au moştenit penajul de la strămoşul lor comun, care avea pene. Nici un mamifer nu descinde din acel strămoş – e simplu ca bună-ziua.[1]

1. Sper să nu facă şi cititorii mei aceeaşi greşeală ca autorul Leviticului, care crede că liliecii sunt păsări. În capitolul 11, versetele 13–19,

Arborele asemănărilor e un arbore genealogic. Povestea se repetă pentru orice ramură, subramură şi subsubramură a arborelui vieţii.

Ajungem la o chestiune interesantă. Există o mulţime de exemple minunate în care, la o privire superficială, ai spune că unele idei au fost „împrumutate“ dintr-o parte a arborelui şi altoită în alta, cum e altoit un soi de măr pe un butuc. Delfinul, care e o balenă mai mică, seamănă la prima vedere cu diverse tipuri de peşti mari. Unul dintre aceştia, mahi-mahi (*Coryphaena hippurus*), e numit uneori chiar „peşte-delfin“. Mahi-mahi şi adevăraţii delfini prezintă aceeaşi formă hidrodinamică, potrivită modului lor de viaţă similar, ca vânători şi înotători de mare viteză, în apropiere de suprafaţa mării. Dar tehnica lor de a înota, deşi similară în linii mari, n-a fost împrumutată de o specie de la cealaltă, cum repede se poate constata dacă studiem şi detaliile. Deşi amândoi îşi datorează viteza în cea mai mare măsură cozii, mahi-mahi, ca toţi peştii, îşi mişcă lateral coada, în timp ce delfinul îşi trădează natura de mamifer bătând apa de sus în jos cu coada. Deplasarea prin unduirea în lateral a coloanei vertebrale ancestrale a fost moştenită de şopârle şi de şerpi, despre care aproape că am spune că „înoată“ pe uscat. Să comparăm asta cu galopul unui cal sau al unui ghepard. Viteza e dată de unduirea spinării, aşa cum fac şerpii şi peştii; numai că, la mamifere, şira spinării se unduieşte în sus şi-n jos, nu lateral. E interesantă întrebarea cum s-a făcut tranziţia la strămoşii mamiferelor. Poate că va fi existat un stadiu intermediar, vreun animal care nu-şi unduia şira spinării deloc, nici pe verticală, nici pe orizontală, ca broasca. Pe de altă parte, crocodilii pot galopa (înfricoşător de rapid), dar şi merge ca o şopârlă, precum majoritatea reptilelor. Strămoşii mamiferelor

---

figurează o lungă listă de păsări care sunt spurcate, începând cu vulturul şi terminând cu „bâtlanul cu soiurile lui, pupăza şi liliacul“. Rămâne întrebarea de ce era nevoie ca vreun animal să fie declarat spurcăciune, dar aceasta era o practică obişnuită în multe religii. (*N. a.*)

nu semănau cu crocodilii, dar aceştia ne arată pesemne cum combina un strămoş intermediar cele două moduri de deplasare.

Oricum, strămoşii balenelor şi ai delfinilor erau mamifere sută la sută terestre, care cu siguranţă galopau de-a lungul şi de-a latul preriilor, deşerturilor şi tundrelor, cu coloanele vertebrale flexându-li-se în sus şi-n jos. Iar când s-au întors în mare, toate aceste mamifere şi-au păstrat mişcarea spinală ancestrală sus-jos. Dacă şerpii „înoată“ pe uscat, delfinii „galopează“ prin mări! Coada bilobată a delfinului seamănă la prima vedere cu coada bifurcată a peştelui mahi-mahi, însă e aşezată orizontal, în timp ce aripioarele cozii unui mahi-mahi sunt dispuse în plan vertical. Şi în alte privinţe istoria delfinului e înscrisă pe trupul său, şi voi reveni la ele în capitolul intitulat astfel.

Există şi alte exemple în care asemănarea superficială este atât de mare, încât pare greu să respingi ipoteza „împrumutului“, dar o cercetare mai atentă îţi arată că trebuie s-o faci. Animalele pot arăta atât de asemănător, încât simţi că trebuie să fie înrudite. Dar se dovedeşte apoi că similitudinile, deşi impresionante, sunt copleşite numeric de diferenţe, dacă priveşti întregul organism. „Gândacii-pilulă“ (figura 57) sunt nişte fiinţe mici, cu o mulţime de picioare, care se fac „ghem“ pentru protecţie, ca un armadillo. Într-adevăr, probabil că de-aici îi şi vine denumirea latinească *Armadillidium*. Aşa se numeşte o specie de „gândac-pilulă“, care e un crustaceu, un păduche-de-lemn, înrudit cu crevetele, dar trăind pe uscat – unde-şi trădează ascendenţa recentă acvatică prin faptul că respiră cu ajutorul unor branhii care trebuie păstrate umede. Există însă un tip de „gândac-pilulă“ cu totul diferit, care nu e crustaceu, ci miriapod (figura 58). Dacă îi vezi făcuţi ghem, crezi că sunt aproape identici. Şi totuşi, unul este un păduche de lemn modificat, iar celălalt, un miriapod modificat (în aceeaşi direcţie). Dacă îi derulezi şi îi cercetezi atent, observi imediat cel puţin o diferenţă importantă. Miriapodul-pilulă are două perechi de picioare pe cele mai multe segmente, păduchele-pilulă, numai una. Minunată această modificare la

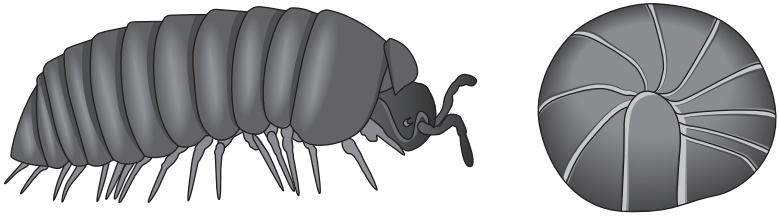


Fig. 57 – Păduche-pilulă

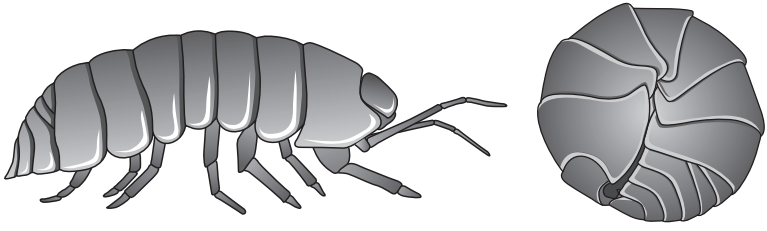


Fig. 58 – Miriapod-pilulă

nesfârşit! O cercetare şi mai atentă arată că în sute de privinţe miriapodul-pilulă seamănă într-adevăr cu un miriapod convenţional. Asemănarea cu un păduche de lemn e superficială – convergentă.

Aproape orice zoolog nespecialist ar spune că unui câine i-a aparţinut craniul din figura 59. Specialistul ar descoperi că nu e un craniu de câine, date fiind cele două găuri din cerul gurii – semne inconfundabile ale marsupialelor, marele grup de mamifere care trăiesc astăzi aproape numai în Australia. De fapt, este un craniu de *Thylacinus*, „lupul tasmanian". Thylacinii şi câinii autentici (de exemplu, câinii dingo, cu care aceştia au concurat în Australia şi Tasmania) au ajuns prin convergenţă la cranii foarte asemănătoare, pentru că au (aveau, din păcate, în cazul bietului thylacin) un mod de viaţă asemănător.

Am menţionat deja magnifica faună de marsupiale din Australia în capitolul despre distribuţia geografică a animalelor.

Fig. 59 – Craniu de „lup marsupial“ thylacin sau de „tigru tasmanian“

Aici relevante sunt convergențele repetate dintre aceste marsupiale şi o mare varietate de echivalente ale lor printre mamiferele „euteriene“ (nemarsupiale), dominante în restul lumii. Deşi departe de a fi identice, chiar şi în caracteristicile superficiale, fiecare marsupial din figura 60 seamănă suficient de bine cu echivalentul său euterian – euterianul cu modul de viață cel mai apropiat de al său – pentru a ne impresiona, fără să ne sugereze însă un „împrumut“ al creatorului.

Amestecul sexual de gene dintr-un bazin genetic poate fi considerat un fel de împrumut sau de împărtăşire a „ideilor“ genetice, însă recombinarea sexuală se manifestă în interiorul unei singure specii şi e irelevantă în acest capitol, care se referă la comparațiile între specii – de exemplu, comparații între mamifere marsupiale şi euteriene. Un lucru interesant: împrumutul de înalt nivel al ADN-ului e frecvent printre bacterii, bunăoară. Într-un proces privit uneori ca un soi de precursor al reproducerii sexuale, bacteriile – chiar şi filiații bacteriene înrudite foarte pe departe – fac schimb de „idei“ ADN-iste cu o dezinvoltură de-a dreptul promiscuă. „Ideile de împrumut“ sunt într-adevăr una dintre modalitățile principale prin care bacteriile află „trucuri“ utile, cum ar fi rezistența la un anumit antibiotic.

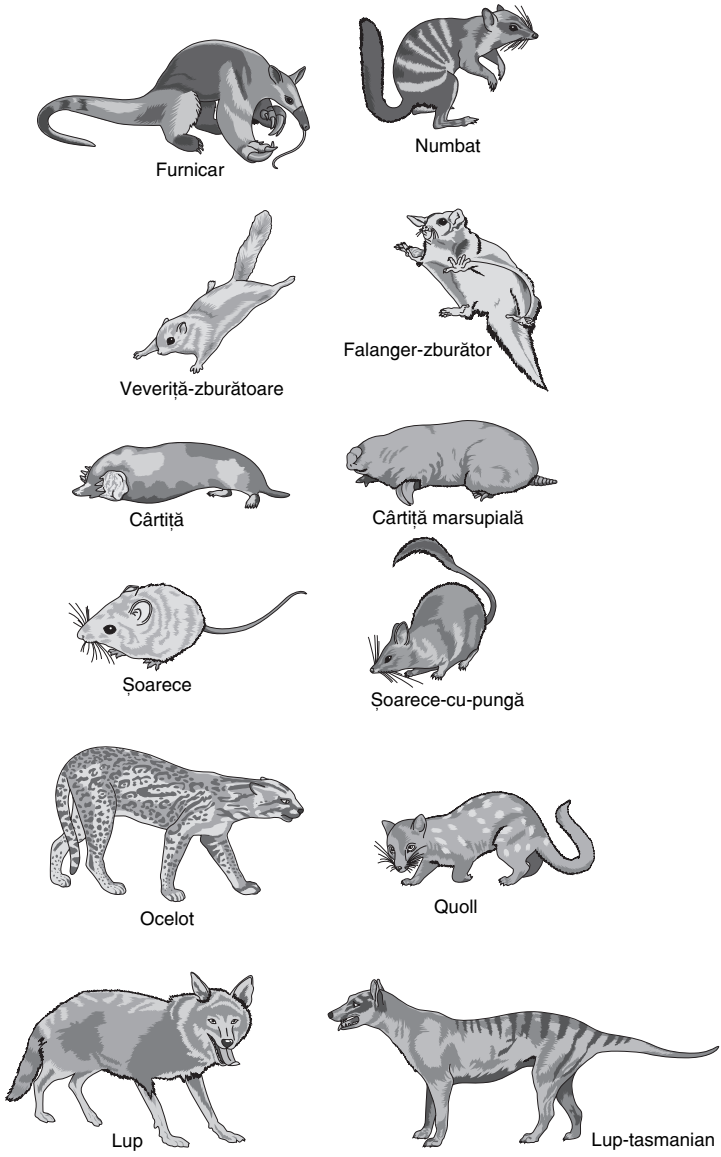


Fig. 60 – Perechi de echivalente euteriene (stânga) și marsupiale (dreapta)

Fenomenul e adesea numit „transformare“ – o formulare nefericită. Asta pentru că în 1928, când a fost descoperit de Frederick Griffith, nimeni nu avea habar de ADN. Griffith a descoperit că o filiație nevirulentă de *Streptococcus* putea învăța virulența de la o altă filiație, complet diferită, chiar dacă acea filiație virulentă era moartă. Astăzi, am spune că filiația nevirulentă a încorporat în genomul ei nişte ADN de la filiația moartă. (ADN-ului nu-i pasă că e moartă, el fiind numai informație codificată.) În termenii capitolului de față, filiația nevirulentă a „împrumutat“ o „idee“ genetică de la filiația virulentă. Desigur, faptul că nişte bacterii împrumută gene de la alte bacterii nu înseamnă că un proiectant îşi împrumută propriile idei de la o „temă“ la alta. Este totuşi un fapt interesant, pentru că, dacă ar fi la fel de obişnuit la animale ca la bacterii, ar fi mai greu de infirmat ipoteza proiectantului care „împrumută“. Cum ar fi dacă liliecii şi păsările s-ar comporta ca bacteriile în această privință? Dacă porțiuni din genomul unei păsări ar putea fi transferate, eventual printr-o infecție bacteriană sau virală, şi implantate în genomul unui liliac? Poate că liliecii dintr-o specie s-ar trezi brusc că le cresc pene, informația din ADN care codifică creşterea penelor fiind împrumutată într-o versiune genetică a funcției „copy-paste“ a unui calculator.

Spre deosebire de bacterii, la animale transferul de gene pare a fi aproape exclusiv apanajul contactului sexual din cadrul speciilor. Într-adevăr, o specie poate fi definită drept un grup de animale care practică între ele transferul de gene. Odată ce două populații ale speciei ajung să trăiască separat un timp suficient de lung pentru a nu mai poate face schimb de gene pe cale sexuală (de regulă după o perioadă inițială de separare geografică impusă, aşa cum am văzut în capitolul 9), ele pot fi definite ca specii separate şi nu vor mai face niciodată schimb de gene – altfel decât prin inginerie genetică. Colegul meu Jonathan Hodgkin, profesor de genetică la Oxford, cunoaşte numai trei excepții, şi acelea experimentale, de la regula

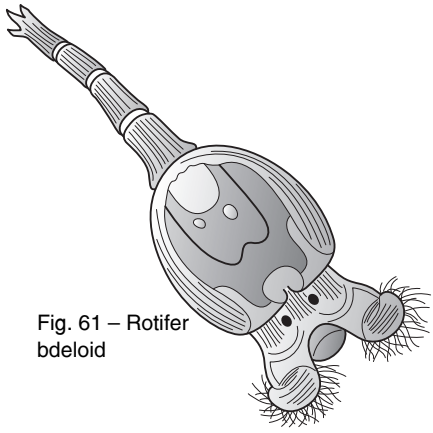


Fig. 61 – Rotifer bdeloid

transferului de gene limitat la interiorul speciei: la viermii nematozi, la drosofile şi (mai amplu) la rotiferii bdeloizi.

Acest din urmă grup este cu deosebire interesant prin faptul că, un caz unic printre marile grupări de eucariote, conține indivizi asexuați. Este cu putință ca ei să se fi dispensat de sex pentru că s-au întors la modul ancestral, bacterian, de a face schimb de gene? Transferul de gene între specii pare să fie mai răspândit la plante. Planta parazită numită cuscută donează genele plantelor-gazdă în jurul cărora se răsucește.[1]

1. Biologii citau mai demult hemoglobina vegetală ca posibil exemplu de împrumut de ADN făcut de plante din regnul animal. Plantele din familia mazărei (*Leguminosae*) au pe rădăcinile lor „noduli“ în care trăiesc bacterii care captează azotul din atmosferă şi-l pun la dispoziția plantelor. De aceea fermierii adeseori introduc o recoltă de leguminoase, cum ar fi trifoiul sau măzărichea, în rotația multianuală. În felul acesta, se acumulează azot în sol, mai cu seamă dacă recolta de trifoi e întoarsă în brazdă. Nodulii sunt roşcați, deoarece conțin o formă de hemoglobină asemănătoare moleculei care transportă oxigenul şi face să fie roşu sângele. Genele care produc hemoglobină se află în genomul plantei, nu în cel bacterian. Hemoglobina e importantă pentru bacterii, care au nevoie de oxigen, şi poate fi considerată parte a înțelegerii dintre bacterii şi plante: bacteriile furnizează azot utilizabil de către plante, care le furnizează bacteriilor o locuință şi oxigenul livrat prin intermediul hemoglobinei. De vreme ce obişnuim să asociem hemoglobina cu sângele, e firesc să ne întrebăm dacă nu cumva o genă care o produce a fost cumva „împrumutată“ dintr-un genom de animal, eventual transferată de vreo bacterie. Ar fi fost într-adevăr o idee foarte valoroasă, care chiar

Nu ştiu ce să cred în legătură cu alimentele modificate genetic, aflate la mijloc între beneficiile potențiale pentru agricultură, pe de-o parte, şi tot ce ține de instinctele de conservare, pe de altă parte. Dar un argument pe care nu l-am auzit până acum se cere menționat. Astăzi, blestemăm felul în care predecesorii noştri au introdus anumite specii de animale în țări care le erau străine, doar pentru a se amuza. Veverița cenuşie americană a fost introdusă în Marea Britanie de un fost duce de Bedford – capriciu pe care-l considerăm astăzi catastrofal de iresponsabil. Şi mi se pare interesant să ne întrebăm dacă specialiştii în taxonomie ai viitorului vor ajunge şi ei să regrete felul în care generația noastră şi-a făcut de cap cu genomii, de exemplu transferând gene „anti-îngheț“ de la peştii arctici la tomate, ca să le apere de ger. Sau o genă care-i conferă unei meduze lucirea fluorescentă a fost împrumutată de oamenii de ştiință şi inserată în genomul cartofilor, în speranța că-i va face luminoşi când trebuie udați. Am citit chiar despre un „artist“ care plănuieşte o „instalație“ constând din câini luminoşi, strălucind cu ajutorul genelor de meduză. Un asemenea desfrâu al ştiinței în numele unei „arte“ pretențioase îmi jigneşte toate sensibilitățile. Dar e oare posibil ca pagubele să devină şi mai mari? Pot aceste mofturi submina valabilitatea unor viitoare studii despre relațiile evolutive? Mă îndoiesc, dar problema trebuie măcar pusă, pentru a evita repercusiuni viitoare ale alegerilor şi acțiunilor care astăzi nu ni se par primejdioase.

---

merita „împrumutată“. Din nefericire pentru această idee tentantă – suprema transfuzie de sânge –, dovezile biologiei moleculare arată că hemoglobinele fac parte din genomii plantelor din vremuri străvechi. N-au fost împrumutate – sunt de mult acolo. (*N. a.*)

CRUSTACEELE

Am început capitolul de față cu scheletul vertebratelor, un minunat exemplu de tipar invariabil legând detalii variabile. Acelaşi lucru se regăseşte la aproape orice mare grup de animale. Mă voi opri acum la un alt exemplu preferat al meu: crustaceele decapode, grupul care include homarii, crevetele, crabii şi crabii-si-hastru (care de fapt nu sunt crabi). Planul corpului este acelaşi la toate crustaceele. În timp ce scheletul nostru de vertebrate constă din oase dure înăuntrul unui trup altminteri moale, crustaceele prezintă un *exoschelet* format din tuburi dure, în interiorul căruia ființa îşi păstrează şi protejează părțile moi. Tuburile dure sunt conectate şi articulate oarecum la fel ca oasele noastre. De exemplu, să ne gândim la delicatele articulații din picioarele unui crab sau homar şi la cele mai robuste ale cleştilor. Muşchii care fac posibilă ciupitura unui homar voinic se află în interiorul tuburilor care-i alcătuiesc cleştele. Muşchii echivalenți cu ajutorul cărora mâna omului ciupeşte ceva sunt ataşați de oasele care trec prin mijlocul degetului arătător şi al degetului mare.

La fel ca vertebratele, dar spre deosebire de ariciul de mare sau de meduză, crustaceele prezintă o simetrie stânga-dreapta, cu un şir de segmente articulate de-a lungul corpului, de la cap la coadă. Planul de bază al segmentelor e asemănător, dar adesea diferă în detalii. Fiecare segment constă dintr-un tub scurt legat, rigid sau printr-o articulație, de cele două segmente învecinate. La fel ca la vertebrate, organele şi sistemele unui crustaceu prezintă un tipar repetitiv. De pildă, trunchiul nervos principal care străbate lungimea corpului pe partea ventrală (şi nu pe partea dorsală, ca şira spinării la vertebrate) are câte o pereche de ganglioni (un soi de mini-creiere[1]) la fiecare segment, din care

1. Nu multă lume ştie că dinozaurii aveau un ganglion în pelvis, atât de mare (cel puțin prin comparație cu creierul din cap), încât aproape că i se cuvenea titlul de al doilea creier. Acest lucru a inspirat următoarea splendidă poezioară maliționasă a lui Bert Leston Taylor (1866–1921):

se desprind nervii aferenți acelui segment. Majoritatea segmentelor au câte un membru de ambele părți, fiecare membru constând, la rându-i, dintr-o serie de tuburi legate prin articulații. Membrele crustaceelor se termină de regulă cu o bifurcație care, în multe cazuri, poate fi numită cleşte. Capul e segmentat şi el, deşi (cum se întâmplă şi la vertebrate) tiparul segmentar e mai bine deghizat aici decât în restul corpului. Există cinci perechi de membre ascunse în cap, chiar dacă sună ciudat să fie numite membre, de vreme ce sunt modificate astfel încât să devină antene sau componente ale aparatului mandibular, motiv pentru care li se spune anexe, nu membre. Cele cinci anexe segmentale ale capului, pornind din față, sunt: primele antene (sau antenule), al doilea rând de antene (adeseori numite simplu: antene), mandibulele, primele maxile (sau maxilule) şi al doilea rând de maxile. Antenulele şi antenele sunt destinate în principal detectării obiectelor. Mandibulele şi maxilele folosesc la mestecatul, mărunțitul sau procesarea hranei. Pe măsură ce ne îndreptăm spre capătul corpului, anexele segmentale sau membrele devin variabile, cele din mijloc reprezentând adesea picioare pentru deplasare, iar cele care purced din segmentele aflate la capătul din spate al corpului sunt deseori folosite la alte lucruri, de pildă înotul.

„Priviți mărețul dinozaur, / Celebru-n vremuri de demult, / Nu doar pentru puterea-i, / Ci şi pentru lungimea istețimii. / Veți remarca din aste rămăşițe / Că ființa două creiere avea – / Unul în cap (la locul său firesc) / Altul la capătul spinării, / De cugeta la fel de bine / Şi *a priori*, şi *a posteriori*. / Nici o problemă nu-l mai tulbura, / Căci o ştia din cap în coadă, / Atât de înțelept şi de solemn / I se-nşirau gândurile pe spinare. / Dacă vreun creier se simțea presat, / Îi trimitea celuilalt ideile-n plus. / Dacă-i scăpa ceva din mintea unu, / I-l prindea sigur mintea doi / Şi, dacă vreo greşeală comitea, / Precis putea să se dos-gândească. / Şi, nevorbind fără a gândi, / N-avea nici cum se contrazice, / De reuşea să cugete fără cusur / La cele două fețe-ale oricărui lucru. / Vai, priviți această fiară ideală / Defunctă de-un milion de ani ori zece.“ (*N. a.*)

La homar sau la crevete, după cele cinci perechi de anexe obişnuite de la nivelul capului, următoarea pereche de anexe o constituie cleştii. Următoarele patru – picioarele de deplasare. Segmentele care susțin cleştii şi picioarele formează la un loc toracele. Restul corpului este abdomenul. Segmentele lui, cel puțin până în vârful cozii, se numesc „aripioare“ şi sunt anexe în formă de pene, care ajută la înot, lucru foarte important la unele specii de crevete grațioase şi delicate. La crabi, capul şi toracele formează o singură unitate mare, căreia-i sunt ataşate primele zece perechi de membre. Abdomenul e răsucit şi adus până sub acest cap-torace aşa încât, privit de deasupra, nici nu se vede. În schimb, dacă un crab e întors cu picioarele în sus, i se poate vedea clar abdomenul, cu acelaşi tipar segmentar. Figura 62 prezintă abdomenul îngust caracteristic al unui crab mascul. Abdomenul femelei e mai lat şi seamănă cu un şorț – chiar aşa i se şi spune. Crabii-sihastru ise din comun prin faptul că au abdomenul asimetric (special ca să se potrivească în cochilia goală de moluscă în care şi-l adăpostesc), moale şi neprotejat (îl apără cochilia moluştei).

Pentru a vă face o idee despre felul minunat în care corpul unor crustacee s-a modificat în detalii, fără modificarea planului general, priviți în figura 63 desenele celebrului zoolog din secolul XIX Ernst Haeckel, pesemne cel mai devotat discipol german al lui Darwin (fără a se bucura de reciprocitatea

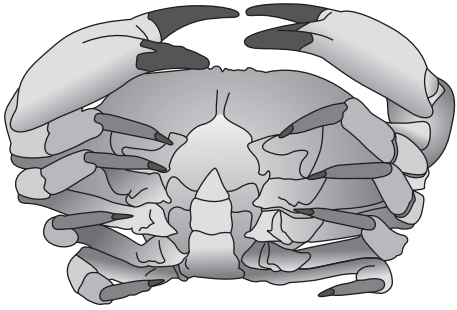


Fig. 62 – Crab mascul, dezvăluindu-și abdomenul îngust și răsucit sub corp

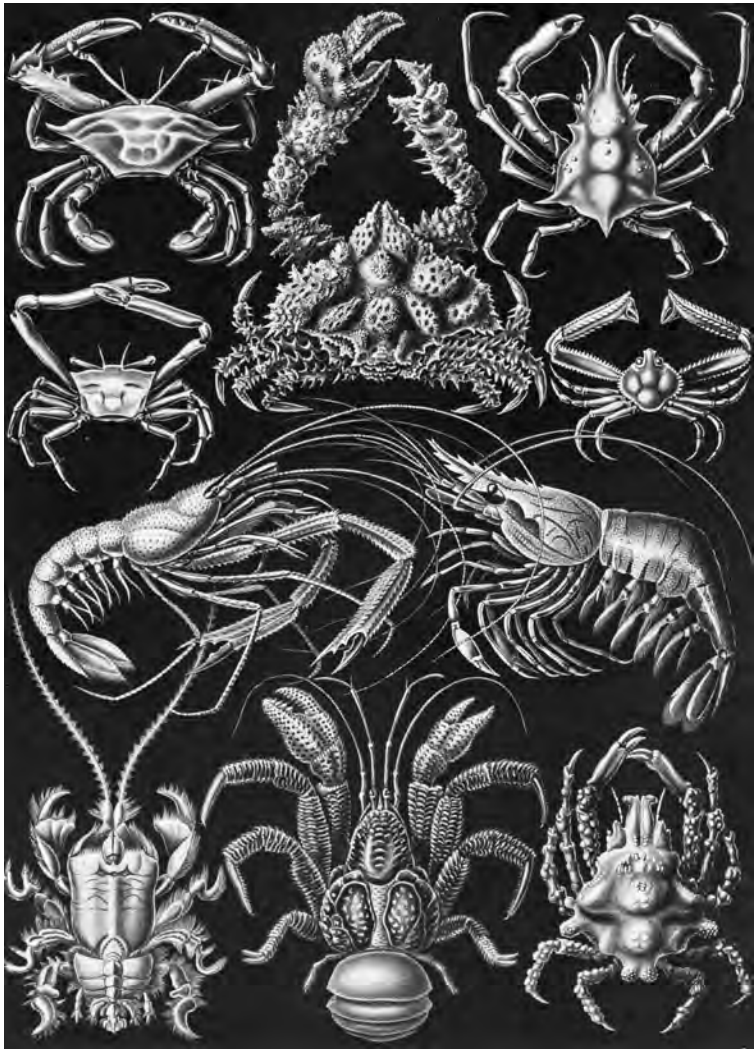


Fig. 63 – Crustacee (desene de Ernst Haeckel)

lui Darwin, care i-ar fi admirat însă fără îndoială talentul de desenator). Aşa cum am făcut cu scheletul vertebratelor, să privim corpurile acestor crabi şi raci şi să observăm că fiecare parte îşi găseşte fără excepţie corespondentul la toţi ceilalţi. Fiecare părticică a exoscheletului se articulează cu „aceleaşi" părticele, dar formele propriu-zise ale părticelelor variază mult. O dată în plus, „scheletul" e invariabil, iar părţile sale numai invariabile nu sunt. Interpretarea evidentă – singura firească, aş adăuga eu – este că toate aceste crustacee au moştenit planul general al exoscheletului de la un strămoş comun. Ele şi-au modelat componentele individuale într-o mare varietate de forme, însă planul a rămas acelaşi, exact aşa cum a fost moştenit de la strămoş.

CE-AR FI FĂCUT D'ARCY THOMPSON CU UN CALCULATOR?

În 1917, marele zoolog scoţian D'Arcy Thompson a scris o carte intitulată *Despre creştere şi formă*, în al cărei ultim capitol a introdus celebra sa „metodă a transformărilor".[1] El desena un animal pe hârtie milimetrică, după care distorsiona hârtia într-un mod specificat matematic şi arăta că forma animalului iniţial devenea forma unui animal înrudit. Hârtia milimetrică iniţială poate fi considerată o foaie de cauciuc pe care e desenat primul animal.

1. D'Arcy Thompson a fost cu siguranţă unul dintre cei mai eruditi oameni de ştiinţă care au trăit vreodată. Nu numai că a scris într-o engleză celebră prin frumuseţea ei nobilă, nu numai că a fost şi un matematician cu lucrări publicate, şi un savant clasicist, şi profesor de istorie naturală al celei mai vechi universităţi scoţiene, dar cartea lui abundă în citate pe care a pornit de la premisa că nu-i nevoie să le traducă (s-au mai schimbat lucrurile de-atunci), în latină, greacă, italiană, germană, franceză şi chiar provensală (pe acestea a binevoit să le traducă totuşi – în franceză!). (*N. a.*)

Apoi, hârtia milimetrică transformată devine echivalentul aceleiaşi foi de cauciuc, întinsă ori trasă, în tot cazul deformată într-un mod bine definit matematic. De exemplu, a luat şase specii de crab şi a desenat una dintre ele – *Geryon* – pe o hârtie milimetrică obişnuită (foaia de cauciuc nedeformată). Apoi şi-a distorsionat „foaia de cauciuc" matematică în cinci moduri diferite, obținând câte o reprezentare aproximativă a celorlalte cinci specii de crab. Detaliile matematice implicate nu contează, deşi sunt fascinante. Ceea ce se vede clar este că nu trebuie mult efort pentru a transforma un crab în alt crab. D'Arcy Thompson nu era preocupat de evoluție, dar ne putem cu uşurință închipui ce ar trebui să facă mutațiile genetice pentru a genera asemenea schimbări. Ceea ce nu înseamnă că trebuie să considerăm crabul *Geryon*, sau oricare dintre cei şase crabi, strămoşul celorlalți. Nici unul dintre ei n-a fost, şi oricum nu asta-i problema. Problema este că, indiferent cum ar fi arătat crabul-strămoş, transformările de acest fel puteau modifica oricare dintre cele şase specii (sau pe presupusul strămoş) în oricare alta.

Evoluția n-a avut niciodată loc luând o formă adultă şi făcând-o să ia trăsăturile alteia. Fiecare adult creşte dintr-un embrion. Mutațiile selectate au acționat în dezvoltarea embrionului, schimbând ritmurile de creştere ale unor părți ale corpului în raport cu altele. În capitolul 7 am interpretat evoluția craniului uman ca pe o serie de schimbări în ritmurile de creştere ale unor părți în raport cu altele, sub controlul genelor, în embrionul aflat în dezvoltare. Trebuie deci să ne aşteptăm ca, dacă desenăm un craniu uman pe o foaie de „cauciuc matematic", să putem deforma cauciucul după o regulă matematică precisă, ajungând la o asemănare aproximativă cu craniul unei rude apropiate, de pildă un cimpanzeu, sau – dacă deformarea e mai mare – a alteia mai îndepărtate, de pildă un babuin. Exact asta a demonstrat D'Arcy Thompson. Observați că a fost arbitrară hotărârea de a trasa craniul uman şi de a-l transforma în craniu de cimpanzeu sau de babuin. Putea la fel de bine să traseze mai întâi craniul

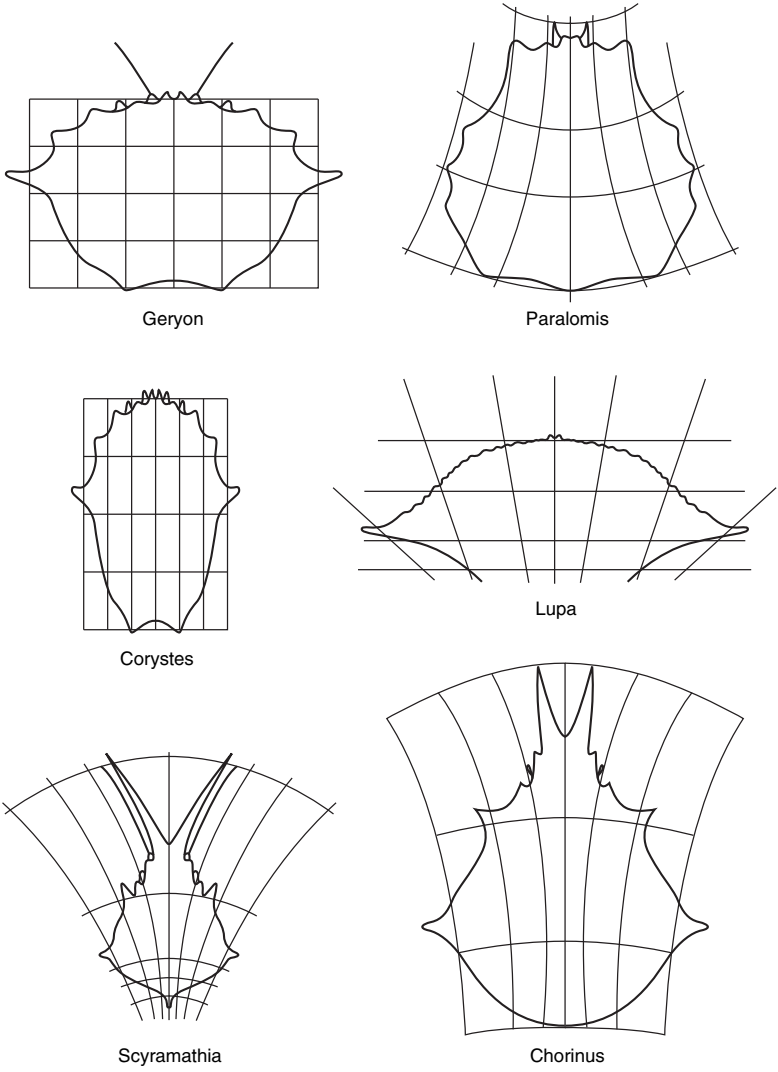


Fig. 64 – Crabii „transformați“ ai lui D'Arcy Thompson

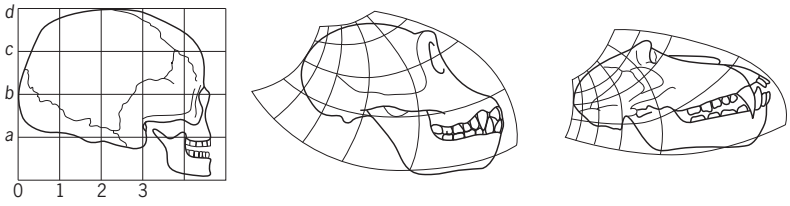


Fig. 65 – Craniile „transformate“ ale lui D'Arcy Thompson:
om (stânga), cimpanzeu (mijloc), babuin (dreapta)

de cimpanzeu, iar apoi să aplice distorsiunile necesare pentru a ajunge la om şi la babuin. Sau, şi mai interesant pentru o carte despre evoluție (deşi a lui nu era), putea să traseze pe cauciucul nedeformat mai întâi, să zicem, un craniu de *Australopithecus*, iar apoi să găsească formula de a-l transforma într-un craniu de om. Ar fi reuşit probabil la fel cum a reuşit cu desenele din figura 65, şi ar fi fost ceva semnificativ pentru evoluție.

La începutul acestui capitol am introdus noțiunea de „omologie“, folosind ca exemplu brațul de liliac şi cel de om. Am afirmat că scheletele erau identice, în timp ce oasele difereau. Transformările lui D'Arcy Thompson ne oferă un mijloc de a preciza ideea. În această formulare, două organe – de pildă, mâna de liliac şi mâna de om – sunt omoloage dacă, desenând una pe o foaie de cauciuc, putem deforma cauciucul astfel încât s-o obținem pe cealaltă. Matematicienii numesc asta „homeomorfism“[1].

Zoologii au recunoscut omologia înainte de Darwin, iar preevoluționiştii ar spune, de pildă, că aripile liliacului şi brațele omului sunt omoloage. Dacă ar fi ştiut mai multă matematică, ar fi folosit termenul „homeomorf“. În epoca postdarwinistă, când a devenit general acceptat faptul că oamenii şi liliecii au un strămoş comun, zoologii au început să definească omologia

1. Strict vorbind, două forme sunt homeomorfe, dacă una poate fi distorsionată aşa încât să devină cealaltă, fără să fie ruptă şi fără să sufere vreun adaos. (*N. a.*)

în termeni evoluționiști. Asemănările omoloage sunt cele moștenite de la strămoșul comun. Cuvântul *analog* a intrat în uz, în acest domeniu, pentru asemănările datorate unei funcții comune, nu ascendenței comune. De exemplu, aripa unui liliac și aripa unei insecte se spune că sunt analoage, spre deosebire de aripa liliacului și brațul omului, care sunt omoloage. Dacă vrem să folosim omologia ca dovadă a evoluției, nu putem folosi evoluția pentru a o defini, așa că trebuie să ne întoarcem la definiția preevoluționistă a omologiei. Aripa liliacului și brațul omului sunt homeomorfe: o poți transforma pe una în alta deformând cauciucul pe care ai desenat-o. Nu poți transforma o aripă de liliac într-o aripă de insectă în același mod, pentru că nu există o corespondență între părțile celor două. Larga răspândire a homeomorfismelor, care nu se definesc în termenii evoluției, poate fi folosită ca dovadă pentru evoluție. Se vede limpede cum a procedat evoluția cu fiecare braț de vertebrată și l-a transformat în oricare alt braț de vertebrată, pur și simplu modificând ritmurile relative de creștere în embrion.

De când m-am familiarizat cu calculatoarele, adică de pe la sfârșitul studenției, în anii 1960, m-am întrebat ce ar fi putut face D'Arcy Thompson cu un calculator. Întrebarea a devenit stăruitoare în anii 1980, când calculatoarele cu ecrane (nu doar cu imprimante) au devenit accesibile. Să desenezi pe o foaie de cauciuc și pe urmă să distorsionezi desenul după principii matematice – parcă te-ai fi *rugat* să ai un calculator pentru asta! Am propus ca Universitatea Oxford să solicite o subvenție și să angajeze un programator care să pună transformările lui D'Arcy Thompson pe un ecran. Banii au fost obținuți și a fost angajat Will Atkinson, programator și biolog de primă mână, care mi-a devenit prieten și sfătuitor în propriile mele proiecte de programare. După ce a rezolvat problema dificilă de a programa un repertoriu vast de deformări matematice ale „cauciucului", lui Atkinson i-a fost relativ ușor să încorporeze acel

hocus-pocus matematic într-un program de selecție artificială de tip biomorfic, asemănător cu propriile mele programe cu „biomorfe“, prezentate în capitolul 2. La fel ca în programele mele, „jucătorul“ avea în față un ecran plin cu forme de animale și era invitat să aleagă unul dintre ele pentru „creștere“ – generație după generație. Și aici erau „gene“ care se păstrau de-a lungul generațiilor, iar genele influențau formele tuturor „animalelor“. Dar în acest caz genele influențau formele animalelor controlând acele deformări ale „cauciucului“ pe care fusese desenată inițial fiecare formă. Teoretic, puteai porni, de pildă, cu un craniu de *Australopithecus* desenat pe „cauciucul“ nedeformat, pentru a ajunge la ființe care să aibă cutia craniană tot mai mare și botul tot mai mic, adică să arate treptat tot mai uman. În practică, s-a dovedit foarte greu de făcut așa ceva, și cred că faptul în sine e relevant.

Cred că unul dintre motivele pentru care a fost greu este că transformările lui D'Arcy Thompson modifică o formă *adultă* într-o altă formă adultă. După cum arătam în capitolul 8, genele nu operează așa în cursul evoluției. Fiecare animal în parte are o istorie a dezvoltării. Începe ca embrion și se mărește, prin creșteri disproporționate ale diferitelor părți ale trupului, până devine adult. Evoluția nu e o deformare controlată genetic a unei forme adulte, care să conducă la o altă formă adultă, ci e o modificare controlată genetic în cadrul unui program de dezvoltare. Julian Huxley – nepotul lui T.H. Huxley și fratele lui Aldous Huxley – a înțeles acest lucru la scurtă vreme după publicarea primei ediții a cărții lui D'Arcy Thompson, adaptând „metoda transformărilor“ în ideea de a studia modul în care embrionii timpurii se transformă în embrioni târzii sau adulți. Mă rezum la cele spuse până aici despre metoda transformărilor a lui D'Arcy Thompson și voi reveni la chestiune în ultimul capitol, pentru a sublinia o problemă legată de aceasta.

Așa cum spuneam la începutul capitolului, dovezile comparative au cântărit mai greu în favoarea evoluției decât registrul

fosil. Darwin însuşi adopta o poziţie asemănătoare la finalul capitolului din *Originea speciilor* intitulat „Afinităţi reciproce între organisme“:

În sfârşit, diversele categorii de fapte examinate în acest capitol par a stabili pe deplin că nenumăratele specii, genuri şi familii care populează lumea descind toate – fiecare în clasă sau grupa ei proprie – din părinţi comuni şi s-au modificat toate de-a lungul generaţiilor – astfel încât aş adopta fără ezitare acest punct de vedere, chiar dacă n-ar fi întemeiat pe alte fapte şi argumente.

COMPARAŢII MOLECULARE

Ceea ce Darwin nu ştia – nu putea şti – este că dovezile comparative devin şi mai convingătoare dacă adăugăm genetica moleculară la comparaţiile anatomice accesibile lui.

Aşa cum scheletul vertebratelor e invariant la toate vertebratele, deşi oasele individuale variază, şi aşa cum exoscheletul crustaceelor e invariant la toate crustaceele, deşi „tuburile“ individuale variază, la fel şi codul ADN e invariant la toate fiinţele vii, deşi genele individuale variază. E un fapt uimitor, care demonstrează mai clar decât orice altceva că toate fiinţele vii descind dintr-un strămoş unic. Nu numai codul genetic în sine, ci întregul sistem de gene/proteine pe care se bazează viaţa – ne-am ocupat de el în capitolul 8 – este acelaşi la toate vietăţile: animale, plante, fungi, bacterii, *archaea* şi virusuri. Variază ceea ce e scris în cod, nu codul însuşi. Şi, dacă privim comparativ ce este scris în cod – secvenţele genetice concrete din toate aceste fiinţe vii –, găsim acelaşi tip de arbore ierarhic al asemănărilor. Găsim acelaşi *arbore genealogic* – mult mai amănunţit şi mai convingător etalat – ca la scheletul vertebratelor, la scheletul crustaceelor, ba chiar şi la întregul tipar al asemănărilor anatomice ale fiinţelor vii.

Dacă vrem să demonstrăm cât de strâns înrudite sunt oricare două specii – un arici şi o maimuţă, de pildă –, ideal ar fi să privim textele moleculare complete ale fiecărei gene din ambele specii şi să comparăm fiecare virguliţă şi fiecare semn diacritic, aşa cum un specialist în Biblie ar proceda cu două suluri sau fragmente ale Cărţii lui Isaia. Dar îţi ia mult timp şi e scump. Proiectul Genomului Uman a durat vreo zece ani şi a implicat un personal numeros. Deşi astăzi s-ar putea ajunge la acelaşi rezultat într-un timp mult mai scurt, ar fi oricum o întreprindere amplă şi costisitoare, la fel ca proiectul genomului de arici, de pildă. Ca şi aselenizările din programul Apollo sau proiectul LHC (Large Hadron Collider, marele accelerator de particule care tocmai a fost pus în funcţiune la Geneva – scara grandioasă a întregului efort internaţional de acolo m-a emoţionat până la lacrimi când am fost în vizită), descifrarea completă a genomului uman este una dintre acele realizări care mă fac mândru că sunt om. Şi mă încântă faptul că şi proiectul genomului de cimpanzeu a fost dus la bun sfârşit, precum şi echivalentele altor specii. Dacă ritmul progreselor actuale se menţine (vezi „Legea lui Hodgkin“ de mai jos), în curând va deveni fezabilă economic secvenţializarea genomilor oricărei perechi de specii a căror înrudire vrem s-o măsurăm. Deocamdată trebuie să ne limităm la eşantionarea unor părţi din genomuri, şi merge destul de bine.

Putem eşantiona alegând câteva gene (sau proteine, ale căror secvenţe se traduc direct din gene) şi să le comparăm de la o specie la alta. Ajung imediat la asta. Dar există şi alte moduri de a face un soi de analiză automată, grosieră, iar tehnologiile necesare ne sunt disponibile de mai mult timp. O metodă veche, care funcţionează surprinzător de bine, se bazează pe sistemul imunitar al iepurilor (de fapt, se poate folosi orice alt animal, dar iepurii sunt foarte potriviţi pentru aşa ceva). Făcând parte din apărarea naturală a organismului împotriva patogenilor, sistemul imunitar al iepurelui fabrică anticorpi împotriva

oricărei proteine străine care pătrunde în sânge. Aşa cum se poate spune că eu am avut cândva tuse măgărească doar analizând anticorpii din sângele meu, se poate spune şi la ce a fost expus un iepure în trecut, analizând reacţia lui imunitară din prezent. Anticorpii din sângele iepurelui constituie o istorie a şocurilor naturale pe care trupul său a trebuit să le suporte – inclusiv proteine injectate artificial. Dacă injectezi, de pildă, o proteină de cimpanzeu într-un iepure, anticorpii produşi cu această ocazie vor ataca ulterior aceeaşi proteină, dacă ea îi va fi reinjectată. Dar dacă a doua injecţie conţine proteina echivalentă de la o gorilă, nu de la un cimpanzeu? Expunerea anterioară la proteina de cimpanzeu îl va fi pregătit *parţial* pe iepure să reacţioneze împotriva versiunii de gorilă a proteinei, dar reacţia va fi mai slabă. Şi-l va fi pregătit şi împotriva versiunii de cangur a respectivei proteine, dar reacţia va fi şi mai slabă, dat fiind că înrudirea dintre cangur şi cimpanzeu e mult mai îndepărtată decât cea dintre cimpanzeu şi gorilă. Forţa reacţiei imunitare a iepurelui la injectarea ulterioară a unei proteine e măsura asemănărilor dintre acea proteină şi cea originară, la care iepurele a fost expus prima oară. Prin această metodă, folosindu-se de iepuri, în anii 1960 Vincent Sarich şi Allan Wilson de la Universitatea Statului California din Berkeley au demonstrat că omul şi cimpanzeul sunt rude mult mai apropiate decât ar fi bănuit oricine până atunci (v. Sarich şi Wilson, 1967).

Există şi metode care folosesc genele propriu-zise, comparându-le direct de la o specie la alta, în loc să compare proteinele pe care acestea le codifică. Una dintre cele mai vechi şi mai eficiente metode se numeşte hibridizarea ADN-ului. Hibridizarea ADN-ului se află de regulă în spatele afirmaţiilor de genul: „Oamenii şi cimpanzeii au 98% dintre gene identice.“ Fiindcă tot a venit vorba, există o anumită confuzie legată de semnificaţia unor asemenea procentaje. 98% din *ce anume* este identic? Cifra exactă depinde de dimensiunea unităţilor pe care le luăm în calcul. O analogie simplă e lămuritoare, şi o face într-un mod

interesant, pentru că diferențele dintre analogie și realitate sunt la fel de revelatoare ca asemănările. Să presupunem că avem două versiuni ale aceleiași cărți și că vrem să le comparăm între ele. Să zicem că e vorba de Cartea lui Daniel și vrem să comparăm versiunea canonică a ei cu un sul antic de papirus descoperit de curând într-o peșteră lângă Marea Moartă. Ce procentaj al capitolelor celor două cărți sunt identice? Probabil zero, pentru că e suficient să existe o singură discrepanță, oriunde într-un capitol întreg, și vom spune că cele două nu sunt identice. Care e însă procentajul propozițiilor identice? Acesta e mult mai mare. Și mai mare va fi procentajul cuvintelor identice, pentru că ele au mai puține litere decât propozițiile – sunt mai puține ocazii de a anula identitatea. Dar asemănarea cuvintelor poate fi și ea anulată, dacă vreo literă diferă. Aliniind deci textele în paralel și comparând literă cu literă, procentajul literelor identice va fi și mai mare decât procentajul cuvintelor identice. Prin urmare, afirmația „98% în comun" nu înseamnă nimic dacă nu se specifică dimensiunile unității comparate. Ce numărăm: capitole, cuvinte, litere sau ce? Același lucru e valabil când comparăm ADN-urile a două specii. Dacă se compară cromozomi întregi, atunci procentajul e zero, fiindcă e suficientă o diferență minusculă, undeva de-a lungul lor, pentru a-i defini drept cromozomi diferiți.

Des citatul procentaj de *circa 98%* pentru materialul genetic pe care-l au în comun oamenii și cimpanzeii nu se referă nici la numerele de cromozomi, nici la numerele de gene întregi, ci la numerele de „litere" (tehnic vorbind, perechi de bază) ale ADN-ului care se potrivesc între ele în perechile corespunzătoare de gene ale omului și cimpanzeului. Dar există o capcană. Dacă alinierea e făcută naiv, o literă care *lipsește* (sau e adăugată), spre deosebire de o literă greșită, va face ca literele ulterioare să nu se mai potrivească, pentru că toate perechile vor fi șchioape începând de acolo, cu un pas înainte sau înapoi (cel puțin până la ivirea unei erori în sens opus, care să le aducă iarăși în ordinea

corectă). Este evident nedrept ca estimarea discrepanțelor să fie umflată în felul acesta. Un ochi de expert care privește în paralel două suluri din Cartea lui Daniel rezolvă automat dificultatea, într-un mod greu de cuantificat. Dar cum procedăm în cazul ADN-ului? Părăsim aici analogia cu cărțile și sulurile și mergem direct la cauza reală, pentru că întâmplarea face ca realitatea – ADN-ul – să fie mai ușor de înțeles decât analogia!

Dacă ADN-ul e încălzit treptat, se ajunge la o temperatură – în jur de 85°C – la care legătura dintre cele două lanțuri ale dublei spirale se rupe și spiralele se separă. Acest 85°C poate fi considerat un „punct de topire". Dacă e lăsată să se răcească la loc, fiecare spirală se cuplează la loc în mod spontan cu o altă spirală, indiferent unde găsește una cu care să poată forma o pereche conform regulilor de împerechere a bazelor dublei spirale. Am crede că e vorba mereu de elicea parteneră de care tocmai s-a despărțit și cu care, desigur, se potrivește perfect. Se poate întâmpla și așa, dar de obicei lucrurile nu sunt chiar atât de ordonate. Fragmentele de ADN vor găsi alte fragmente cu care pot face pereche și care, de cele mai multe ori, nu sunt exact fostele lor partenere. Ba chiar, dacă sunt adăugate fragmente separate de ADN de la altă specie, fragmente din lanțurile singulare se pot alătura altor fragmente de lanțuri singulare din specia diferită, la fel cum se alătură unor fragmente de lanțuri singulare din propria specie. Și de ce n-ar face-o? Iată concluzia remarcabilă a revoluției Watson-Creek din biologia moleculară: ADN-ul nu-i decât ADN, și nu-i pasă dacă e de om, de cimpanzeu sau de măr. Fragmentele se cuplează cu fragmente complementare, indiferent unde le găsesc. Dar forța legăturii nu e întotdeauna aceeași. Porțiuni monocatenare de ADN se conectează cu alte porțiuni monocatenare potrivite mai strâns decât cu porțiuni mai puțin asemănătoare. Motivul este că „literele" ADN-ului („bazele" lui Watson și Creek) își găsesc parteneri corespunzători cu care nu pot face pereche. De aceea, legăturile

dintre lanțuri sunt slăbite – la fel ca la un fermoar căruia îi lipsesc câțiva dinți.

Cum să măsurăm forța legăturilor, după ce fragmente de ADN de la specii diferite s-au întâlnit şi au format perechi? Printr-o metodă ridicol de simplă. Măsurăm „punctul de topire“ al legăturilor. Am spus că punctul de topire al ADN-ului dublu spiralat este în jur de 85°C. Dar asta e valabil numai pentru ADN-ul normal, cu legăturile potrivite, ca în situația în care un lanț de ADN uman e smuls prin topire de lângă un lanț complementar de ADN uman. Dar atunci când legătura e slăbită – de exemplu, când un lanț uman s-a împerecheat cu un lanț de cimpanzeu –, o temperatură uşor mai scăzută e suficientă pentru a rupe legătura dintre ele. Iar atunci când ADN-ul uman a format legături cu ADN-ul unei specii mai îndepărtate, cum ar fi un peşte ori un brotac, o temperatură încă şi mai scăzută e suficientă pentru a le separa. Diferența dintre punctul de topire al unei legături normale, când un lanț face pereche cu alt lanț aidoma lui, şi punctul de topire al unei legături cu un lanț din ADN-ul unei specii diferite reprezintă o măsură pentru îndepărtarea genetică dintre cele două specii. Ca regulă generală, orice descreştere cu un grad Celsius a temperaturii „punctului de topire“ e aproximativ echivalentă cu o scădere cu 1% a numărului de litere ADN potrivite (sau cu o creştere cu 1% a numărului dinților care lipsesc din fermoar).

Există complicații ale acestei metode, pe care nu le-am mai pomenit, şi dificultăți care au soluții ingenioase. De exemplu, dacă se amestecă ADN uman cu ADN de cimpanzeu, o mare parte din ADN-ul uman fragmentat se va lega de alte fragmente de ADN uman. Cum separăm ADN-ul hibrid, al cărui „punct de topire“ este cel pe care vrem să-l măsurăm, de ADN-ul „de acelaşi tip“? Printr-o manevră isteață, care presupune o etichetare radioactivă anterioară . Dar detaliile ne-ar abate prea mult de la ceea ce ne interesează aici. Esențial e că hibridizarea ADN-ului constituie tehnica prin care oamenii de ştiință ajung

la procentaje precum 98% pentru asemănarea genetică dintre oameni şi cimpanzei, şi dă procentaje predictibil mai mici pe măsură ce se trece la perechi de animale tot mai slab înrudite.

Cea mai nouă metodă de măsurare a asemănărilor dintre două gene ale unor specii diferite este cea mai directă şi cea costisitoare: citirea efectivă a secvenței de litere din genele propriu-zise, folosind aceleaşi metode ca în Proiectul Genomul Uman. Deşi compararea întregului genom e încă scumpă, se poate obține o bună aproximare comparând un eşantion de gene, ceea ce se face acum tot mai frecvent.

Indiferent de tehnica folosită pentru măsurarea asemănării dintre două specii, fie că e vorba de anticorpii iepurilor, de punctele de topire sau de secvențializarea directă, pasul următor e cam acelaşi. După ce se obține un număr reprezentând procentajul de asemănare dintre două specii, rezultatele se introduc într-un tabel. Se ia un set de specii şi li se scriu numele în aceeaşi ordine la capătul coloanelor şi al liniilor, iar apoi se introduc procentajele de similitudine în casetele corespunzătoare, obținându-se un tabel triunghiular (jumătate dintr-un pătrat), pentru că, de exemplu, procentajul de similitudine dintre om şi câine e acelaşi cu cel dintre câine şi om. Dacă se completează deci toate casetele din pătratul rezultat, cele două jumătăți situate de-o parte şi de alta a diagonalei sunt simetrice.

La ce fel de rezultate să ne aşteptăm? Conform modelului evoluției, putem prezice un punctaj ridicat în caseta care leagă omul de cimpanzeu şi unul mai mic în caseta care leagă omul de câine. Teoretic, punctajul pentru om/câine ar trebui să fie identic cu cel pentru cimpanzeu/câine, de vreme ce oamenii şi cimpanzeii sunt rude la fel de îndepărtate sau de apropiate cu câinii. Ar trebui să fie identic şi cu punctajele maimuță/câine şi lemurian/câine, pentru că oamenii, cimpanzeii, maimuțele şi lemurienii sunt cu toții legați de câini prin intermediul strămoşului comun, o primată străveche (care arăta probabil cam ca un lemurian). Acelaşi punctaj s-ar cuveni să apară pentru

om/pisică, cimpanzeu/pisică, maimuță/pisică și lemurian/pisică, fiindcă pisicile și câinii sunt înrudiți cu toate primatele prin intermediul strămoșului comun al tuturor carnivorelor. Ar trebui să apară un punctaj considerabil mai mic – în mod ideal la fel de mic – în toate casetele care unesc, să zicem, un calamar cu orice mamifer. Și n-ar trebui să conteze ce mamifer alegi, de vreme ce toate sunt în egală măsură îndepărtate de calamar.

Acestea sunt așteptări teoretice mari, dar nu există nici motiv pentru care, în practică, să nu fie încălcate. Dacă ar fi încălcate, am avea o dovadă împotriva evoluției. Ceea ce obținem se dovedește a fi – în limitele erorilor statistice – exact ce ne așteptăm să se întâmple, presupunând că evoluția este o realitate. E un alt fel de a spune că, dacă pui distanțele genetice dintre oricare două specii pe ramurile unui arbore, toate se însumează într-un mod satisfăcător. Desigur, însumarea nu e perfectă. În biologie, rareori așteptările numerice sunt confirmate cu mare acuratețe.

Dovezile comparative pe bază de ADN (sau de proteine) pot fi folosite pentru a hotărî – pornind de la premisa evoluționistă – care perechi de animale sunt mai strâns înrudite decât altele. Ceea ce face din ele dovezi extrem de puternice ale evoluției este faptul că se poate construi câte un arbore al asemănărilor genetice separat pentru fiecare genă. Iar rezultatul important este că aproape fiecare genă conduce la același arbore al vieții – exact ce este de așteptat dacă avem de-a face cu un veritabil arbore genealogic. În schimb, nu la așa ceva ne-am aștepta dacă un proiectant ar fi trecut în revistă întregul regn animal și ar fi cules și ales – sau „împrumutat" – cele mai bune proteine pentru scopurile sale, indiferent unde le-ar fi găsit în regnul animal.

Cel mai vechi studiu de amploare în acest sens a fost realizat de un grup de geneticieni neozeelandezi conduși de profesorul David Penny (v. Penny *et al.*, 1982). Echipa lui Penny a luat cinci gene care, deși neidentice la toate mamiferele, erau suficient de asemănătoare pentru a primi aceeași denumire. Detaliile nu importă, dar, pentru conformitate, cele cinci gene

erau hemoglobină-A, hemoglobină-B (hemoglobinele sunt cele care-i dau sângelui culoarea roşie), fibrinopeptidă-A, fibrinopeptidă-B (fibrinopeptidele sunt folosite la coagularea sângelui) şi citocrom-C (care joacă un rol important în biochimia celulară). Au fost alese apoi spre comparaţie unsprezece mamifere: maimuţa rhesus, oaia, calul, cangurul, şobolanul, iepurele, câinele, porcul, omul, vaca şi cimpanzeul.

Penny şi colegii săi au gândit statistic. Au vrut să calculeze probabilitatea ca, din pură întâmplare, două molecule să producă acelaşi arbore genealogic, presupunând că evoluţia n-ar fi reală. Au încercat deci să-şi imagineze toţi arborii posibili care ar fi putut conduce la unsprezece descendenţi. Au ajuns la un număr surprinzător de mare. Chiar dacă ne limităm la „arbori binari“ (arbori ale căror ramuri doar se bifurcă, nu se scindează în trei sau mai multe rămurele), numărul arborilor posibili depăşeşte 34 de milioane. Oamenii de ştiinţă au studiat fiecare dintre cei 34 de milioane de arbori şi l-au comparat cu ceilalţi 33 999 999. Ei, sigur că n-au făcut aşa ceva! Le-ar fi luat mult prea mult timp, chiar şi cu ajutorul calculatorului. Au născocit în schimb o aproximare statistică isteaţă, o scurtătură echivalentă acelui calcul-mamut.

Iată cum a funcţionat metoda de aproximare. Au luat prima dintre cele cinci gene, să zicem hemoglobină-A (în toate cazurile, utilizez denumirea proteinei în locul denumirii genei care codifică acea proteină). Dintre toate milioanele de arbori, au vrut să afle care era cel mai „parcimonios“ în materie de hemoglobină-A. În acest caz, parcimonios înseamnă „pentru care e nevoie să postulezi cantitatea minimă de schimbări evolutive“. De exemplu, toate miile de arbori care arătau că vărul cel mai apropiat al omului e cangurul, iar oamenii şi cimpanzeii sunt înrudiţi mai pe departe, s-au dovedit a fi arbori extrem de neparcimonioşi: aveau nevoie să presupună o mulţime de schimbări evolutive pentru a conduce la rezultatul că oamenii şi cangurii

au avut un strămoş comun recent. Verdictul dat de hemoglobina-A ar suna astfel:

Este un arbore teribil de neparcimonios. Nu numai că trebuie să introduc o mulțime de mutații pentru a obține diferențe atât de mari între oameni şi canguri, în ciuda strânsei noastre înrudiri potrivit acestui arbore, dar trebuie să introduc şi o mulțime de mutații în direcția opusă, aşa încât, în ciuda marii separări din acest arbore, oamenii şi cimpanzeii să ajungă cumva să aibă o hemoglobină-A atât de similară. Votez împotriva acestui arbore.

Hemoglobina-A dă asemenea verdicte, unele mai favorabile decât altele, pentru fiecare dintre cei 34 de milioane de arbori, selectând la urmă câteva zeci de arbori plauzibili. Despre fiecare dintre aceşti arbori de pe „lista scurtă", hemoglobina-A spune ceva de genul:

Acest arbore îi desemnează pe oameni şi cimpanzei ca rude apropiate, desemnează oile şi vacile ca rude apropiate şi îi pune pe canguri pe o ramură separată. Se dovedeşte a fi un arbore foarte bun, pentru că îmi cere să introduc foarte puține mutații ca să explic schimbările evolutive. Este un arbore extrem de parcimonios. Hemoglobina-A îi acordă votul său!

Desigur, ar fi fost bine ca hemoglobina-A şi celelalte gene să conducă la un unic cel mai parcimonios arbore, dar asta ar însemna să le cerem prea mult. Printre cei 34 de milioane, câțiva arbori uşor diferiți e de aşteptat să apară pe lista scurtă de preferințe a hemoglobinei-A.

Dar cum rămâne cu hemoglobina-B? Sau cu citocromul-C? Fiecare dintre cele cinci proteine are dreptul să-şi exprime votul separat, să-şi găsească arborii preferați (cei mai parcimonioşi) printre cei 34 de milioane. Se poate foarte bine ca citocromul-C să dea un vot complet diferit în privința celui mai parcimonios arbore. S-ar putea dovedi că citocromul-C uman e de fapt foarte asemănător cu cel al cangurilor şi foarte diferit de cel al

cimpanzeilor. Departe de a aproba alăturarea oilor şi a vacilor constatată de hemoglobina-A, citocromul-C ar putea dezvălui că e nevoie de puține mutații pentru a plasa oile foarte aproape de maimuțe, să zicem, şi vacile foarte aproape de iepuri. Pornind de la ipoteza creației, nu există vreun motiv pentru care aşa ceva să nu se întâmple. Dar Penny şi colegii săi au găsit că există un consens uimitor al celor cinci proteine (şi au folosit metode statistice subtile pentru a demonstra cât de puțin probabil e un asemenea consens). Toate cinci au „votat“ pentru aproximativ acelaşi subset de arbori dintre cele 34 de milioane de posibilități. Este exact ce ne-am aştepta să obținem pornind de la premisa că există un singur arbore care leagă cele unsprezece animale, iar acela este arborele *genealogic* – arborele relațiilor evolutive. Mai mult, arborele consensual pentru care toate cele cinci molecule au votat s-a dovedit a fi acelaşi pe care zoologii îl găsiseră deja pe baze anatomice şi paleontologice, nu moleculare.

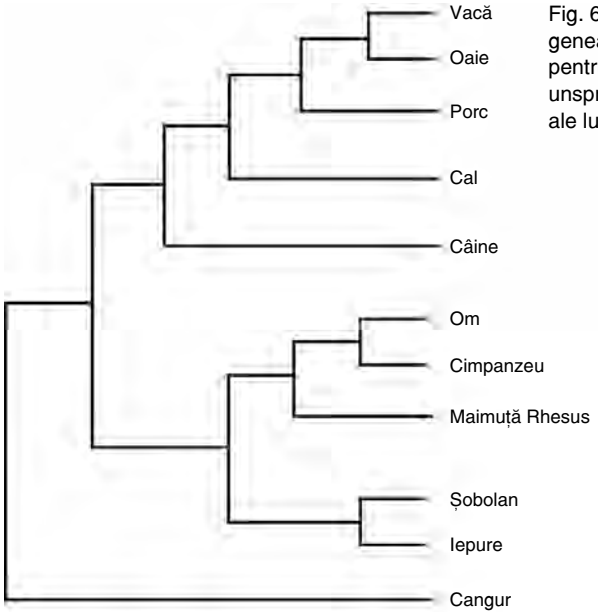


Fig. 66 – Arborele genealogic pentru cele unsprezece specii ale lui Penny

Studiul lui Penny a fost publicat în 1982, iar de atunci s-au înmulțit dovezile privind secvențele precise de gene la nenumărate specii de animale şi plante. Acordul asupra celor mai parcimonioşi arbori s-a extins acum mult dincolo de cele unsprezece specii şi cinci molecule studiate de Penny şi colegii săi. Ansamblul datelor genetice de care dispunem nu lasă loc nici unui dubiu. Cu mult mai convingătoare chiar şi decât dovezile fosile (şi ele extrem de convingătoare), probele obținute din comparațiile între gene converg rapid şi decisiv către un singur mare arbore al vieții. Figura 66 prezintă un arbore care cuprinde cele unsprezece specii din studiul lui Penny şi ilustrează votul consensual modern, venit din partea mai multor părți ale genomului mamiferelor. Încrederea ne-o dă fermitatea consensului[1] între diferitele gene care compun genomul – încredere

1. Unul dintre rarele cazuri în care „excepția confirmă regula“ a fost făcut public chiar înainte ca ediția broşată a cărții de față să fie trimisă la tipar. Anumiți lilieci (dar nu toți) şi anumite balene (dar nu toate) se orientează după un sistem de tip „sonar“ – folosindu-se de ecourile unor sunete pe care le emit în acest scop. Am crezut întotdeauna că au ajuns la aceeaşi stratagemă pe căi diferite, dar adevărul e şi mai uimitor! Mamiferele posedă o genă, prestina, care are de-a face cu auzul. Două echipe de cercetători au întreprins independent analize asemănătoare cu a lui Penny, utilizând produsul proteinic al prestinei, şi au descoperit că balenele şi liliecii care se orientează prin ecolocație sunt *mai apropiați între ei* decât sunt şi unele, şi ceilalți de semenii lor, care nu se orientează prin ecolocație! Continuându-mi analogia cu „votul“, prestina determină tendința întregului genom, dându-şi „votul“ pentru un arbore neobişnuit, în care liliecii ecolocatori şi balenele cu dinți par a fi mai strâns „înrudiți“ între ei! Desigur, votul prestinei e copleşit numeric de voturile întregului genom, care confirmă că liliecii şi balenele nu sunt, în realitate, strâns înrudite. Ce s-a întâmplat de fapt? Pe măsură ce unii lilieci şi unele balene şi-au dezvoltat în mod independent câte un sistem de orientare de tip sonar, selecția naturală din amândouă liniile evolutive a favorizat mutații paralele într-una şi aceeaşi genă, prestina. Revelator în acest sens, convergența iese la iveală dacă privim secvențele de aminoacizi din cele două prestine, dar nu şi dacă privim secvențele de ADN care le specifică. Nu e o contradicție aici, de vreme

nu numai în exactitatea istorică a arborelui consensual, dar şi în realitatea evoluţiei ca fapt istoric.

Dacă tehnologia geneticii moleculare continuă să se dezvolte în ritmul ei actual exponenţial, în 2050 determinarea secvenţei complete a genomului unui animal va fi ieftină şi rapidă, aproape ca şi cum i-ai lua temperatura sau tensiunea arterială. De ce spun că tehnologia genetică se dezvoltă exponenţial? Putem s-o măsurăm? Există o paralelă în tehnologia calculatoarelor, legea lui Moore. Numită astfel după Gordon Moore, unul dintre fondatorii companiei Intel, ea poate fi exprimată în diverse moduri, pentru că mai multe măsuri ale puterii calculatoarelor sunt legate între ele. O versiune a acestei legi afirmă că numărul unităţilor care pot fi compactate într-un circuit integrat de dimensiuni date se dublează la fiecare un an şi jumătate sau doi ani. Este o lege empirică, în sensul că, în loc să fie dedusă dintr-o teorie oarecare, ea se dovedeşte pur şi simplu corectă atunci când măsori datele. Rezistă deja de vreo cincizeci de ani, şi mulţi experţi cred că va mai rezista şi în continuare, cel puţin câteva decenii. Alte creşteri exponenţiale, cu un ritm similar de dublare şi care pot fi considerate versiuni ale legii lui Moore, se referă la viteza de calcul şi dimensiunea memoriei pe unitate de cost. Creşterile exponenţiale conduc întotdeauna la rezultate surprin-

---

ce codul genetic le permite aminoacizilor să fie specificaţi de ADN în diferite moduri. Avem astfel o minunată modalitate de a separa similitudinile derivate din convergenţă de cele moştenite direct. Diferitele specii de lilieci au ajuns să posede un sonar nu prin convergenţă, ci moştenindu-l de la un strămoş care se orienta la fel, prin ecolocaţie. Iar această înrudire autentică, spre deosebire de înrudirea numai aparentă cu balenele, a fost cea care a primit „votul“ secvenţei de ADN a prestinei (şi al secvenţei de aminoacizi). Această remarcabilă istorie ne face să ne întrebăm dacă mai există şi alte cazuri. Îndrăznim să sperăm că păduchele-pilulă şi miriapodul-pilulă (vezi figura 58) au ajuns în mod independent unul de altul, modificându-şi aceeaşi genă, să se adune ghem precum ariciul? (Vezi Liu *et al.*, în *Current Biology*, 20, 2010, pp. R53–R56.) (*N. a.*)

zătoare, aşa cum a demonstrat Darwin când, ajutat de fiul său matematician George, a luat elefantul ca exemplu de animal care se înmulţeşte lent şi a demonstrat că, în doar câteva secole de creştere exponenţială nerestricţionată, descendenţii unei singure perechi de elefanţi ar ajunge să acopere ca un covor tot Pământul. Desigur însă, la populaţiile de elefanţi creşterea numerică nu e niciodată exponenţială. Ea e limitată de concurenţa pentru hrană şi spaţiu vital, de boală şi de mulţi alţi factori. Asta a şi vrut Darwin să arate, pentru că aici intervine selecţia naturală.

Dar legea lui Moore a rămas valabilă, cel puţin în ultimele cinci decenii. Deşi nimeni nu poate spune clar de ce, diversele măsuri ale puterii calculatoarelor chiar au crescut exponenţial în practică, pe când creşterea populaţiei de elefanţi a lui Darwin este exponenţială numai în teorie. M-am gândit că ar putea exista o lege similară în cazul tehnologiei genetice şi al secvenţializării ADN-ului. I-am sugerat această idee lui Jonathan Hodgkin, profesor de genetică la Oxford (care mi-a fost şi student). Spre încântarea mea, s-a dovedit că se gândise şi el la o asemenea lege, ba chiar făcuse măsurători în pregătirea unei conferinţe ţinute la fosta lui şcoală. Estimase costurile secvenţializării unei lungimi standard de ADN în patru momente: 1965, 1975, 1995 şi 2000. Eu am inversat cifrele lui în „cât ADN poţi secvenţializa cu 1 000 de lire sterline“. Am reprezentat cifrele pe o scară logaritmică, pentru că o tendinţă exponenţială va apărea mereu ca o dreaptă, dacă e reprezentată logaritmic. Cum era de aşteptat, cele patru puncte ale lui Hodgkin se înscriu destul de bine pe o dreaptă. Am trasat o dreaptă (pentru tehnica regresiei liniare, vezi nota de la p. 125) şi mi-am permis s-o prelungesc în viitor. Recent, chiar înainte ca această carte să fie trimisă la tipar, i-am arătat această secţiune profesorului Hodgkin, iar el mi-a comunicat cele mai recente date despre care avea cunoştinţă: genomul ornitorincului cu cioc de raţă, care fusese secvenţializat în 2008 (ornitorincul era o bună alegere, dată fiind poziţia sa strategică în arborele vieţii: strămoşul pe care-l

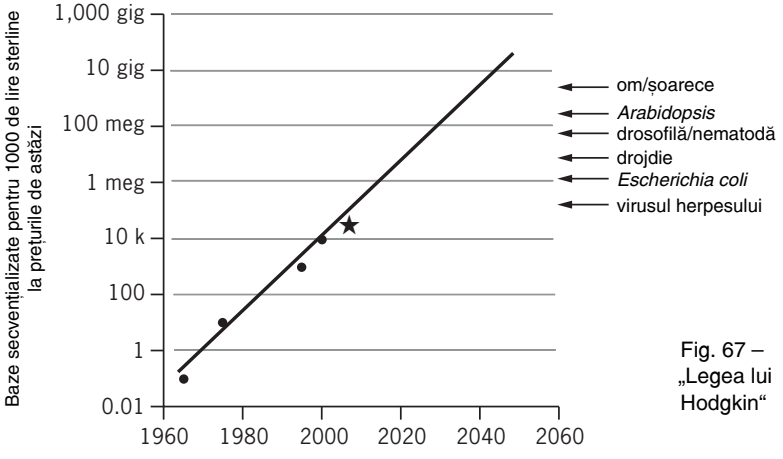


Fig. 67 – „Legea lui Hodgkin“

are în comun cu oamenii a trăit cu 180 de milioane de ani în urmă, adică de aproape trei ori timpul scurs de la extincția dinozaurilor). Am introdus în grafic punctul ornitorincului (steluța) și se poate vedea că se află aproape de dreapta calculată din datele mai vechi.

Panta dreptei care ilustrează ceea ce numesc aici (fără permisiune) „legea lui Hodgkin“ e doar puțin mai mică decât cea din legea lui Moore. Timpul de dublare e puțin mai lung de doi ani, pe când la legea lui Moore e ceva mai scurt de doi ani. Tehnologia ADN depinde enorm de calculatoare, așa că legea lui Hodgkin bănuiesc că depinde măcar în parte de legea lui Moore. Săgețile din dreapta indică dimensiunea genomurilor diverselor ființe. Locul unde se intersectează prelungirea lor cu dreapta înclinată a legii lui Hodgkin reprezintă o estimare a momentului când un genom de aceleași dimensiuni va putea fi secvențializat cu numai 1 000 de lire sterline (în banii de azi). Pentru un genom de dimensiunea celui al drojdiei nu trebuie să așteptăm decât până prin 2020. Pentru un genom de mamifer

(în calculul meu aproximativ toate mamiferele sunt la fel de costisitoare), data estimată se situează prin 2040. O vastă bază de date cu secvențe de ADN obținute ușor și ieftin din toate cotloanele regnurilor animal și vegetal – ce perspectivă încurajatoare! Comparațiile ADN detaliate vor completa definitiv golurile din cunoștințele noastre privind înrudirile evolutive dintre toate speciile: vom cunoaşte cu certitudine absolută întregul unic arbore genealogic al tuturor ființelor vii.[1] Dumnezeu știe cum îl vom desena – nu va încăpea pe nici o foaie de hârtie.

Tentativa cea mai amplă de până acum în acest sens a fost făcută de grupul lui David Hillis, fratele lui Danny Hillis, creatorul unuia dintre primele supercalculatoare. Diagrama lui Hillis face mai compactă reprezentarea unui asemenea arbore, încolăcind-o într-un cerc. Nu se vede spațiul liber dintre cele două capete care aproape că se unesc, dar el se află între „bacterii“ și „*Archaea*“. Pentru a înțelege diagrama circulară, priviți versiunea mult prescurtată și tatuată pe spatele Clarei d'Alberto de la Universitatea din Melbourne, al cărei entuziasm

1. Formula „toate ființele vii“ necesită puțină precauție. Într-o secțiune anterioară a capitolului de față am văzut că, deși principiul „nu împrumuturilor“ se aplică aproape întru totul animalelor și plantelor, bacteriile sunt diferite. Printre bacterii (și printre microorganismele *Archaea*, care la prima vedere seamănă cu bacteriile, dar de fapt sunt înrudite cu ele foarte pe departe) împărțirea genelor e frecventă. Dacă animalele se folosesc de acuplarea sexuală pentru a face schimb de ADN în interiorul speciilor, bacteriile se folosesc de varianta lor de „copy-paste“ pentru a-și transfera ADN-ul de colo-colo, chiar și între specii doar vag înrudite între ele. N-am greșit când am proclamat acel „unic arbore al vieții“ pentru animale și plante, însă totul se complică atunci când ajungem la microorganisme. Cum zicea colegul meu filozoful Dan Dennett, dacă arborele vieții, în cazul animalelor, este ca un stejar care-și întinde maiestuos coroana, în cazul bacteriilor același arbore aduce mai mult cu un banian. În legătură cu bacteriile, ar trebui spus mai curând „un arbore unic“ pentru fiecare genă luată separat, indiferent de tipurile de bacterii prin care i se întâmplă să poposească. Ce perspectivă fascinantă! Ce i-ar mai fi plăcut lui Darwin! (*N. a.*)

pentru zoologie nu e doar superficial. Clare mi-a îngăduit cu amabilitate să reproduc fotografia în carte (vezi planşa color 25). Tatuajul ei conține un mic eşantion de 86 de specii (numărul rămurelelor finale). Se vede spațiul liber din diagrama circulară şi se poate imagina cercul desfăcut. Desenele mici din jurul cercului sunt alese strategic dintre bacterii, protozoare, plante, fungi şi patru încrengături animale. Vertebratele sunt reprezentate de dragonul de mare frunzos din dreapta, un peşte uimitor, protejat de asemănarea sa cu o algă. Diagrama circulară a lui Hillis este la fel, însă conține trei mii de specii. Numele lor apar de jur împrejurul marginii exterioare a cercului, mult prea mici pentru a fi citite – numai *Homo sapiens* este marcat: „Tu eşti aici“ (figura 68). Vă puteți face o idee despre cât de săracă e selecția din arborele propriu-zis a acestei diagrame uriaşe dacă vă spun că rudele cele mai apropiate ale omului care încap în cerc sunt şobolanii şi şoarecii. La mamifere a trebuit făcută o reducție drastică pentru a putea fi redate toate celelalte ramuri ale arborelui. Imaginați-vă cum ar fi să desenăm un arbore similar cu zece milioane de specii în locul celor trei mii reprezentate aici. Iar zece milioane nici nu e cea mai extravagantă estimare a numărului de specii trăitoare astăzi. Merită copiat arborele lui Hillis de pe site-ul său[1], pentru a-l imprima pe o coală de hârtie cu latura (recomandată acolo) de cel puțin un metru şi jumătate (chiar şi mai mare, dacă se poate) şi a-l aşeza pe perete ca un tablou.

CEASUL MOLECULAR

Acum, dacă tot vorbim de molecule, există câteva lucruri lăsate în suspensie în capitolul despre ceasurile evolutive. Ne-am ocupat acolo de inelele copacilor şi de mai multe tipuri de ceasuri radioactive, dar am amânat prezentarea aşa-numitului ceas

1. Vezi http://www.zo.utexas.edu/faculty/antisense/DoanloadfilesToL.html. (*N. a.*)

molecular, pentru a afla mai întâi câte ceva despre genetica moleculară. Ei bine, a sosit momentul. Îl rog pe cititor să considere această secțiune un apendice al capitolului despre ceasuri.

Ceasul molecular porneşte de la premisa că evoluția e o realitate şi că ea se desfăşoară într-un ritm suficient de constant de-a lungul erelor geologice pentru a fi utilizată ca un ceas în sine, cu condiția să poată fi calibrată în funcție de fosile care, la rându-le, sunt calibrate cu ajutorul ceasurilor radioactive. La fel cum ceasul-lumânare presupune că lumânările ard într-un ritm constant şi cunoscut, ceasul cu apă presupune că apa se scurge dintr-o găleată într-un ritm care poate fi calibrat, iar pendula bunicului presupune că pendulul oscilează într-un ritm fixat, şi ceasul molecular presupune că există anumite aspecte ale evoluției care se desfăşoară într-un ritm constant. Acest ritm constant poate fi calibrat în funcție de acele părți ale registrului evolutiv care sunt bine documentate cu ajutorul fosilelor (databile radioactiv). Odată calibrat, ceasul molecular poate fi utilizat pentru alte părți ale evoluției, care nu sunt bine documentate cu ajutorul fosilelor. De exemplu, pentru animalele care nu au schelete dure şi foarte rar se fosilizează.

Minunată idee, dar putem spera că vom găsi procese evolutive care se desfăşoară într-un ritm constant? Într-adevăr, numeroase dovezi sugerează că ritmurile evoluției sunt variabile. Cu mult înaintea erei moderne a biologiei moleculare, J.B.S. Haldane a propus *darwinul* ca unitate de măsură a ritmurilor evolutive. Să presupunem că de-a lungul timpului evoluției o caracteristică oarecare măsurată a unui animal se modifică într-o direcție bine definită. De exemplu, dimensiunea medie a piciorului creşte. Dacă într-un milion de ani lungimea piciorului creşte cu un factor *e* (2,718…, un număr ales din rațiuni matematice pe care n-are rost să le explic)[1], spunem că ritmul

1. Când am citit pentru prima oară *Calculul diferențial pe înțelesul tuturor* de Silvanus E. Thompson, la recomandarea bunicului meu inginer, mi s-a făcut pielea de găină când am dat peste *e*, „un număr care

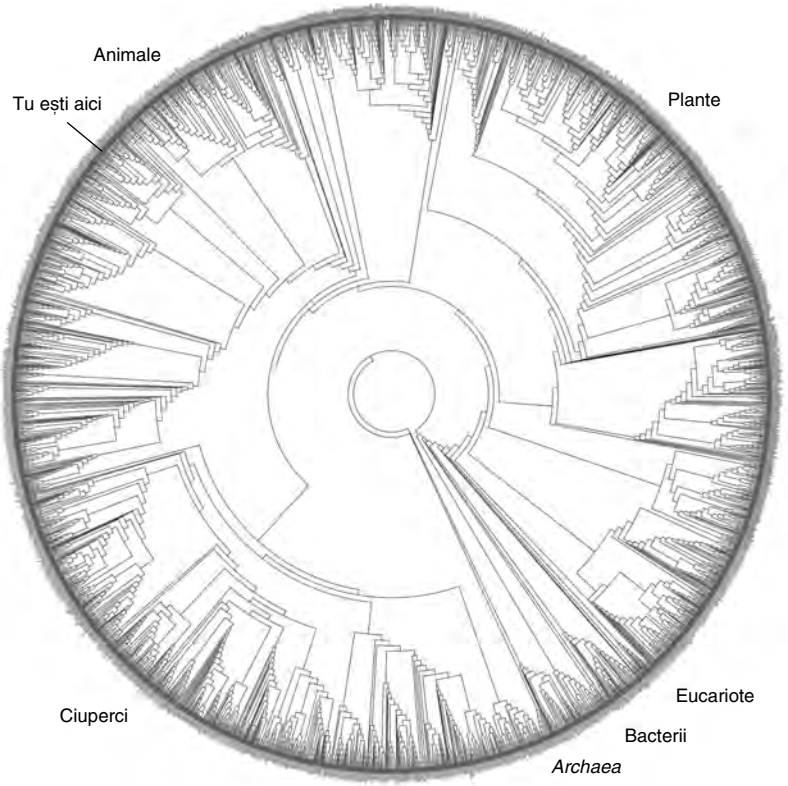


Fig. 68 – Diagrama lui Hills

schimbării evolutive este de un darwin. Haldane a estimat ritmul de evoluție a calului la circa 40 de milidarwini, deşi s-a propus ca evoluția animalelor domestice supuse selecției artificiale să fie măsurată în kilodarwini. Ritmul evoluției peştilor guppy transferați într-un râu lipsit de prădători, aşa cum arătam

---

nu trebuie uitat niciodată". O consecință a folosirii lui *e*, şi nu a lui 2, este aceea că se poate calcula direct numărul de darwini scăzând între ei logaritmii naturali. Alți oameni de ştiință au propus haldanul ca unitate de măsură a ritmului evolutiv. (*N. a.*)

în capitolul 5, a fost estimat la 45 de kilodarwini. Evoluția „fosilelor vii", așa cum este *Lingula* (vezi figura 18) ar trebui probabil măsurată în microdarwini. Ați înțeles ideea: ritmurile evoluției obiectelor vizibile și măsurabile, cum ar fi picioarele sau ciocurile, sunt extrem de variabile.

Dacă ritmurile evoluției sunt atât de diferite, cum le putem folosi pe post de ceasuri? Aici ne vine în ajutor genetica moleculară. La prima vedere, nu e clar cum este posibil așa ceva. Atunci când caracteristici măsurabile, precum lungimea piciorului, evoluează, ceea ce vedem e manifestarea exterioară a unei modificări genetice subiacente. Cum se poate ca ritmurile schimbării la nivel molecular să ofere un ceas util, dar nu și ritmul evoluției unui picior sau al unei aripi? Dacă picioarele și ciocurile suferă modificări în ritmuri care variază de la micro- la kilodarwini, de ce ne-am baza pe molecule în chip de ceasuri? Răspunsul este că modificările genetice care se manifestă printr-o evoluție vizibilă exterioară – a unor părți ale trupului precum picioarele și brațele – sunt doar un minuscul vârf al aisbergului, și anume vârful puternic influențat de o selecție naturală variabilă. Cele mai multe modificări genetice la nivel molecular sunt *neutre* și, prin urmare, se poate considera că se desfășoară într-un ritm independent de orice utilitate, ba chiar unul aproximativ constant în cadrul oricărei gene. O modificare genetică neutră nu are efect în cazul supraviețuirii unui animal – o bună recomandare pentru un ceas. Asta se întâmplă pentru că genele care influențează pozitiv sau negativ supraviețuirea se presupune că evoluează într-un ritm schimbat, reflectând acest fapt.

Când a fost propusă, printre alții, de marele genetician japonez Motoo Kimura, teoria neutralității evoluției moleculare a stârnit controverse. O versiune a ei este acum larg acceptată, și, fără a intra în amănunte, o voi accepta și eu aici. De vreme ce am căpătat reputația de arhi-„adaptaționist" (adică, zice-se, obsedat de selecția naturală ca forță motrice principală, dacă nu unică, a evoluției), vă puteți închipui că, dacă până și eu susțin

teoria neutralității, e puțin probabil să se găsească mulți alți biologi care s-o combată![1]

O mutație neutră este aceea care, deşi e uşor măsurabilă prin tehnicile geneticii moleculare, nu face obiectul selecției naturale, nici în sens pozitiv, nici în sens negativ. „Pseudogenele“ sunt neutre dintr-un anumit motiv. Sunt gene care au făcut odată o treabă utilă, dar acum au trecut pe linie moartă şi nu mai sunt nici copiate, nici traduse. Ar putea la fel de bine nici să nu existe, din perspectiva bunăstării animalului. Dar din perspectiva omului de ştiință ele există şi sunt exact ceea ce trebuie pentru un ceas evolutiv. Pseudogenele sunt doar o clasă de gene care nu sunt niciodată traduse în embriologie. Există şi alte clase preferate de savanți pentru rolul de ceasuri moleculare, dar iarăşi nu voi intra detalii. Pseudogenele îi pun în încurcătură pe creaționişti. Până şi ingeniozitatea lor se epuizează când trebuie să născocească un motiv convingător pentru care un proiectant inteligent ar fi creat o pseudogenă – o genă care nu face nimic, şi arată ca o versiune ieşită din uz a unei gene care odinioară servea la ceva –, dacă nu cumva şi-a propus să ne prostească.

Lăsând la o parte pseudogenele, este remarcabil că partea cea mai mare a genomului (95%, în cazul oamenilor) ar putea nici să nu existe, la cât efect are. Teoria neutralității li se aplică şi multora dintre genele din celelalte cinci procente – genele care sunt citite şi utilizate. Li se aplică şi unor gene care sunt de-a dreptul vitale pentru supraviețuire. Aici trebuie să fiu foarte bine înțeles. Nu spun că o genă căreia i se aplică teoria neutralității nu are nici un efect asupra corpului. Spun că o versiune mutantă a genei are exact acelaşi efect ca o versiune nemutantă. Oricât de importantă sau neimportantă poate fi gena în sine, versiunea mutantă are acelaşi efect ca versiunea nemutantă. Spre deosebire de pseudogene (gena însăşi e neutră), aici e vorba de

1. Mi s-a spus chiar „ultradarwinist“ – etichetă pe care o găsesc mai puțin jignitoare decât şi-au imaginat probabil cei care mi-au aplicat-o. (*N. a.*)

cazuri în care numai *mutațiile* (modificările genelor) sunt neutre, nu genele însele.

Mutațiile pot fi neutre din varii motive. Codul ADN este un „cod degenerat". Acesta e un termen tehnic prin care se înțelege că anumite „cuvinte" ale codului sunt sinonime perfecte între ele.[1] Când o genă suferă o mutație și se transformă într-unul dintre sinonimele ei, nu mai trebuie să ne batem capul să-i spunem mutație. Pentru că, din perspectiva selecției naturale, nici nu reprezintă o mutație. Reprezintă în schimb o mutație din perspectiva geneticienilor, pentru că ei o pot vedea prin metodele lor moleculare. E ca și cum aș schimba acum fontul cu care scriu un cuvânt – de pildă, de la cangur la cangur. Puteți citi cuvântul în continuare, și despre același animal săltăreț australian e vorba. Schimbarea e detectabilă, dar irelevantă pentru semnificație.

Nu toate mutațiile neutre sunt chiar atât de neutre. Uneori, noua genă se traduce într-o altă proteină, dar „situl activ" (să ne amintim de „dinții" atent modelați cu care ne-am întâlnit în capitolul 8) al noii proteine rămâne același ca și cel vechi. Prin urmare, nu există practic nici un efect asupra dezvoltării embrionare a corpului. Forma mutantă și cea nemutantă ale genei sunt încă sinonime în ceea ce privește efectele lor asupra corpului. De asemenea, este posibil (deși „ultradarwiniștii" ca mine înclină să respingă ideea) ca unele mutații să modifice de fapt corpul, dar în așa fel încât modificările să nu influențeze supraviețuirea.

---

1. *Degenerat* nu e totuna (deși termenii sunt adeseori confundați) cu *redundant*, alt termen tehnic din teoria informației. Un cod redundant este acela în care același mesaj e transmis de mai multe ori (de exemplu, propoziția „Ea este o femeie foarte feminină" transmite de trei ori informația legată de sexul persoanei, care e femeiesc). Redundanța este folosită de ingineri ca mijloc de protecție împotriva erorilor de transmitere. Codul degenerat este acela în care mai mult de un „cuvânt" este folosit însemnând același lucru. În codul genetic, de exemplu, CUC și CUG semnifică același lucru: „leucină"; de aceea, o mutație de la CUC la CUG nu introduce nici o diferență. Asta înseamnă „degenerat", în acest context. (*N. a.*)

Cu alte cuvinte, dacă spui că o genă (sau o mutație) este „neutră", nu înseamnă neapărat că gena însăşi e inutilă. Ar putea fi extrem de importantă pentru supraviețuirea animalului. Înseamnă însă că forma ei mutantă – care poate fi sau nu importantă pentru supraviețuire – *nu diferă* cu nimic de forma ei nemutantă, din punctul de vedere al efectelor (care ar putea fi foarte importante) asupra eventualei supraviețuiri a corpului. Putem spune probabil că majoritatea mutațiilor sunt neutre. Ele nu sunt detectabile prin selecție naturală, dar sunt detectabile prin genetica moleculară; e combinația ideală pentru un ceas evolutiv.

Toate acestea nu-şi propun să minimalizeze importanța covârşitoare a vârfului de aisberg – acea minoritate de mutații care nu sunt deloc neutre. Ele sunt cele selectate, pozitiv sau negativ, în evoluția îmbunătățirilor. Sunt cele ale căror efecte le vedem concret – şi pe care le „vede" şi selecția naturală. Sunt cele a căror selectare le dă ființelor vii iluzia teribilă a existenței unui proiect. Dar grosul aisbergului – mutațiile neutre, de departe majoritare – ne interesează când vorbim despre un ceas molecular.

Pe măsura trecerii timpului geologic, genomul e supus unei ploi de uzură sub forma mutațiilor. În acea mică porțiune a genomului în care mutațiile sunt realmente importante pentru supraviețuire, selecția naturală se dezbară curând de cele negative şi le favorizează pe cele pozitive. Pe de altă parte, mutațiile neutre se acumulează pur şi simplu, neînlăturate şi observate doar de geneticieni. Ajungem astfel la un nou termen tehnic: *fixare*. O mutație nouă, dacă e cu adevărat nouă, are o frecvență redusă în bazinul genetic. Dacă bazinul genetic e analizat iarăşi după un milion de ani, se poate foarte bine ca mutația să-şi fi sporit frecvența cu sută la sută sau ceva în genul ăsta. Spunem atunci despre mutație că „s-a fixat": nu mai e privită ca o mutație, ci a devenit normă. Calea evidentă prin care o mutație se fixează este favorizarea de către selecția naturală. Dar mai

există o cale. Se poate fixa din pură întâmplare. La fel cum numele unei familii odinioară mândre se poate stinge din cauza absenței urmașilor pe linie bărbătească, pot dispărea din bazinul genetic variantele alternative la mutația despre care vorbim. Mutația poate deveni frecventă în bazinul genetic, beneficiind de aceeași șansă care a făcut ca „Smith“ să devină cel mai răspândit nume de familie în Anglia. Sigur că este mult mai interesant ca o genă să se fixeze dintr-un motiv întemeiat – selecția naturală –, dar se poate întâmpla și aleatoriu, dacă trec suficient de multe generații. Iar timpul geologic e suficient de îndelungat pentru ca mutațiile neutre să se fixeze într-un ritm predictibil. Ritmul în care se petrece acest lucru variază, dar e caracteristic fiecărei gene în parte și, tocmai fiindcă sunt neutre, asemenea mutații fac posibil ceasul molecular.

Fixarea este cea care contează pentru ceasul molecular, fiindcă genele „fixate“ sunt cele la care ne uităm atunci când comparăm între ele două animale moderne, încercând să estimăm cu cât timp în urmă s-au despărțit strămoșii lor. Genele fixate sunt caracteristice unei specii. Ele sunt cvasiuniversale în bazinul genetic. Și putem compara genele fixate într-o specie cu genele fixate în altă specie pentru a estima cât de recent s-au despărțit cele două specii. Există complicații în care nu voi intra, pentru că Yan Wong și cu mine le-am discutat amănunțit în *Epilog la povestea viermelui de catifea* (Dawkins, 2004). Cu anumite rezerve și cu diverși factori importanți de corecție, ceasul molecular chiar funcționează.

La fel cum ceasurile radioactive funcționează cu viteze extrem de diferite, cu timpi de înjumătățire de la fracțiuni de secundă la zeci de miliarde de ani, și diversele gene oferă un spectru larg de ceasuri moleculare, potrivite pentru cronometrarea schimbărilor evolutive pe scări de timp de la un milion la un miliard de ani. Așa cum fiecare izotop radioactiv are timpul său de înjumătățire caracteristic, fiecare genă are un ritm caracteristic de basculare – ritmul în care noile mutații se fixează

în mod aleatoriu. Genele histone basculează într-un ritm de o mutație la un miliard de ani, iar genele fibrinopeptide sunt de o mie de ori mai rapide. Citocrom-C şi suita de gene hemoglobinice au basculări intermediare, cu timpi de fixare măsurați de la milioane la zeci de milioane de ani.

Indiferent dacă sunt radioactive sau moleculare, ceasurile despre care vorbim nu ticăie regulat ca o pendulă sau ca un ceas de mână. Dacă ar fi să le auzim ticăind, ne-ar suna în urechi ca un contor Geiger – cele radioactive chiar aşa ar suna, de vreme ce numai cu ajutorul unui contor Geiger pot fi ascultate. Un contor Geiger nu bâzâie regulat, ca un ceas propriu-zis: bâzâie aleatoriu, sub formă de răbufniri stranii, dispersate. La fel ar suna mutațiile şi fixările dacă ar putea fi auzite pe uriaşa scară de timp geologică. Dar indiferent dacă bâzâie ca un contor Geiger sau ticăie regulat ca un metronom, cel mai important lucru pentru un instrument de măsurare a timpului e să ticăie într-un ritm *mediu* cunoscut. Asta fac ceasurile radioactive, şi tot asta fac şi ceasurile moleculare.

Am prezentat ceasul molecular spunând că la baza lui se află premisa evoluției, deci nu poate fi folosit pentru a o demonstra. Dar acum, după ce s-a înțeles cum funcționează un asemenea ceas, e limpede că m-am arătat prea pesimist. Existența în sine a pseudogenelor – gene inutile, necopiate, care seamănă izbitor cu genele utile – e un exemplu perfect privind modul în care animalele şi plantele îşi au întreaga istorie scrisă pe propriile corpuri. Însă acesta e subiectul următorului capitol.

11

Istoria scrisă pe noi

Am început această carte închipuindu-mi un profesor de latină obligat să-şi irosească timpul şi energia în apărarea afirmației că romanii şi limba lor au existat. Să ne întoarcem la acea idee şi să ne întrebăm care sunt de fapt dovezile existenței Imperiului Roman şi a limbii latine. Locuiesc în Marea Britanie, unde, la fel ca în restul Europei, Roma şi-a lăsat amprentele pretutindeni pe hartă, şi-a croit drumurile prin peisaj, şi-a întrețesut limba cu a noastră şi ne-a marcat literatura cu istoria ei. Mergeți de-a lungul Zidului lui Hadrian, căruia localnicii îi spun şi acum „Zidul roman". Mergeți aşa cum şi eu am mers duminică de duminică, încolonat, de la şcoala din (relativ) noul Salisbury către fortul roman Vechiul Sarum, şi încercați să vă imaginați nenumăraţii soldați romani morți. Desfăşurați un plan topografic, iar acolo unde veți vedea un drum de țară lung şi drept – mai ales dacă petece de câmpuri verzi întrerup porțiuni de drum sau de poteci de căruțe atât de bine aliniate încât par trasate cu rigla – aproape sigur veți găsi un nume latinesc. Vestigii ale Imperiului Roman sunt pretutindeni în jurul nostru.

Ființele vii au şi ele istoria scrisă pe trupurile lor. Sunt practic acoperite de echivalentele biologice ale drumurilor, zidurilor, monumentelor, cioburilor de vase romane, ba chiar şi ale inscripțiilor străvechi cioplite în ADN, aşteptând să fie descifrate de savanți.

Trupuri acoperite? Da, la propriu. Când ți-e frig, când eşti înspăimântat sau când eşti uluit de perfecțiunea unui sonet shakespearian, ți se face pielea de găină. De ce? Pentru că strămoşii noştri erau mamifere normale, acoperite de păr, iar aceste fire de păr se ridicau şi coborau la comanda unor termostate corporale foarte sensibile. Prea frig? – perii se ridicau, pentru a împinge spre suprafață stratul de aer protector de la baza pielii. Prea cald? – blana se aplatiza, pentru a permite căldurii corporale să se disipe mai uşor. Apoi, în cursul evoluției, sistemul de manevrare a firelor de păr a fost confiscat de nevoile comunicării sociale şi a devenit parte a *Expresiei emoțiilor*, aşa cum printre primii şi-a dat seama Darwin în cartea sa intitulată astfel. Nu mă pot abține să vă împărtăşesc câteva rânduri din acea carte:

> Dl Sutton, acest inteligent custode al grădinii zoologice, a observat cu atenție pentru mine cimpanzeul şi urangutanul; şi-mi spune că, atunci când aceştia se sperie brusc, de exemplu din cauza unei furtuni cu tunete şi fulgere, sau când se înfurie, de exemplu dacă sunt ațâțați, se ridică părul de pe ei. Am văzut şi eu un cimpanzeu alarmat la vederea unui cărbunar negru tot de praf de cărbune, şi părul i se ridicase pe tot corpul. […] Am introdus un şarpe împăiat în cuşca maimuțelor, şi de îndată mai multor specii li s-a ridicat părul de pe ele. […] Când i-am arătat şarpele împăiat unui pecari, părul de pe toată lungimea coloanei vertebrale i s-a ridicat spectaculos; la fel i se întâmplă şi unui mistreț când se înfurie. (Darwin, 1872, pp. 95, 96, 97)

Aşadar, părul se ridică la mânie. Şi în situațiile de teamă, firele de păr se ridică, în încercarea de a spori dimensiunile aparente ale corpului şi a pune pe fugă rivalii sau prădătorii periculoşi. Chiar şi noi, maimuțele goale*, avem încă mecanismul de ridicare a unor fire de păr inexistente (sau cvasiinexistente), şi numim

---

* Aluzie la cartea din 1967 a lui Desmond Morris, *The Naked Ape: A Zoologist's Study of the Human Animal* (*Maimuța goală. Studiul unui zoolog despre animalul uman*). (*N. t.*)

această reacție „piele de găină“. E vorba de un *vestigiu*, de o relicvă, nefuncțională astăzi, a ceva ce le folosea din plin strămoşilor noştri dispăruți de mult. Părul vestigial este una dintre numeroasele dovezi ale istoriei scrise pe trupurile noastre. El constituie o dovadă convingătoare a faptului că evoluția chiar a avut loc – şi, repet, provine nu de la fosile, ci de la animale moderne.

Aşa cum am văzut în capitolul anterior, când îl comparam cu mahi-mahi, un peşte de dimensiuni asemănătoare, nu trebuie „săpat“ foarte adânc într-un delfin pentru a-i descoperi povestea vieții pe uscat. În ciuda formei exterioare acvadinamice, asemănătoare celei a unui peşte, şi în ciuda faptului că-şi duce viața exclusiv în mare şi nu supraviețuieşte mult dacă eşuează pe o plajă, un delfin – dar nu şi un mahi-mahi – are întreținut „mamifer terestru“ în tot ce înseamnă urzeala şi bătătura ființei sale. Are plămâni, nu branhii, iar, dacă e împiedicat să iasă la suprafață şi să respire, se îneacă, la fel ca orice alt animal de uscat – deşi poate să-şi țină respirația mai mult decât orice mamifer terestru. Aparatul său respirator s-a transformat în fel şi chip pentru a se potrivi lumii acvatice. În loc să respire prin două nări mici situate la capătul nasului, ca orice mamifer terestru normal, delfinul are o singură nară în creştetul capului, ceea ce-i permite să respire la o simplă ridicare la suprafața apei. „Răsuflătoarea“ prezintă o valvă etanşă, care nu lasă apa să intre, dar se deschide larg, pentru a minimiza timpul necesar inspiratului şi expiratului. Într-o comunicare din 1845 către Societatea Regală, pe care Darwin, ca membru al ei, mai mult ca sigur o va fi citit, Francis Sibson Esq.[1] scria: „Muşchii care deschid şi

1. În Marea Britanie, *Esq.* însemna (mai înseamnă şi azi, dar e din ce în ce mai puțin uzual) „domn, gentilom“ [*Esq.* este prescurtarea cuvântului *esquire*, din francezul *écuyer*, şi înseamnă „scutier“, adică purtător de scut şi candidat la rangul de cavaler – *n. t.*], şi nu „avocat“, cum (recent am descoperit că) înseamnă în America. Ba chiar am întâlnit femei-avocat americance care se prezintă adăugându-şi particula *Esq.* Aşa ceva li se pare la fel de ciudat englezilor cum trebuie să li se

închid răsuflătoarea şi acţionează asupra diverselor pungi formează unul dintre cele mai complicate şi mai minunat realizate mecanisme pe care natura sau arta le-au născocit“ (v. Sibson, 1848). Răsuflătoarea delfinului corectează o problemă care nu s-ar fi ivit dacă delfinul ar fi respirat şi el prin branhii, ca peştii. Iar multe dintre detaliile răsuflătorii pot fi considerate corecţii ale dificultăţilor secundare apărute când aerul migra de la nări până la creştetul capului. Un proiectant autentic ar fi plasat-o de la bun început în creştetul capului – asta dacă n-ar fi hotărât să desfiinţeze plămânii şi n-ar fi optat pentru branhii, desigur. În acest capitol vom găsi mereu exemple privind felul în care evoluţia a corectat „greşelile“ iniţiale sau relicvele istorice prin compensări *post-hoc* sau cârpeli, în loc să se întoarcă la planşeta de proiectare, aşa cum s-ar cuveni să facă un adevărat proiectant. În tot cazul, dispozitivul complicat al răsuflătorii constituie o mărturie elocventă a faptului că în trecutul îndepărtat delfinul trăia pe uscat.

Nemumărate alte trăsături dezvăluie că delfinii şi balenele îşi au istoria străveche scrisă peste tot, şi pe ei, şi în ei, aşa cum se recunosc vestigiile drumurilor romane în potecile de căruţe atât de drepte, încât par trasate cu rigla, şi în potecile de pe tot cuprinsul Angliei. Balenele nu au membre posterioare, dar au câteva oscioare îngropate adânc în trupurile lor – rămăşiţele centurii pelviene şi ale picioarelor dinapoi, cu care se deplasau pe uscat strămoşii lor de mult dispăruţi. Acelaşi lucru e valabil şi pentru sirenieni[1] sau vacile de mare (le-am pomenit deja de

---

pară americanilor desemnarea celei dintâi femei Lord-al-Legii (echivalentul britanic al judecătorilor de la Curtea Supremă a Statelor Unite) ca „Lord-Judecător Elizabeth Butler-Sloss“. Utilizarea englezească a particulei *Esq.* li se pare şi mai curioasă multora de prin lumea largă. De pildă, mi se spune că în hoteluri de pe tot globul caseta poştală marcată cu litera E geme de scrisori nedistribuite, adresate câte unui „Domn Esq.“ (*N. a.*)

1. Legătura cu legendarele sirene ar putea proveni de la obiceiul pe care-l au, ca şi elefanţii, rudele lor terestre, de a-şi alăpta puii la mamelele situate pectoral. Poate că nişte marinari frustraţi sexual, aflaţi pe mare

mai multe ori: lamantinul, dugongul şi vaca de mare Steller, care atinge în lungime şi opt metri, vânată de oameni până la extincţie). Sirenienii sunt foarte diferiţi de balene şi delfini, dar sunt unul dintre cele doar două grupuri de mamifere sută la sută acvatice, care nu ies niciodată pe uscat. Dacă delfinii sunt carnivore interactiv-inteligente şi rapide, lamantinii şi dugongii sunt nişte erbivore greoaie şi visătoare. Când am vizitat lamantinariul din vestul Floridei, pentru prima oară nu m-a înfuriat muzica răspândită de difuzoare. Era o muzică adormitoare, ca de lagună, şi atât de molatec-potrivită locului, încât am iertat-o. Lamantinii şi dugongii plutesc fără efort într-un echilibru hidrostatic, nu cu ajutorul unei vezici înotătoare, cum fac peştii (a se vedea mai jos), ci fiindcă sunt dotaţi cu oase grele, care contrabalansează flotabilitatea lor naturală, datorată stratului de grăsime. Prin urmare, geutatea lor specifică se apropie de a apei, şi pot face ajustări fine numai ridicând şi coborându-şi cutia toracică. Precizia modului în care îşi controlează plutirea e sporită de prezenţa unei cavităţi separate pentru fiecare plămân: aceste animale au două diafragme independente.

Delfinii şi balenele, dugongii şi lamantinii dau naştere unor pui vii, ca toate celelalte mamifere. Şi mulţi peşti nasc pui vii, dar într-un mod absolut diferit (de fapt, e vorba de o fascinantă varietate de moduri absolut diferite, care au evoluat independent, fără îndoială). Placenta delfinilor e indubitabil specifică mamiferelor, la fel ca obiceiul de a-şi hrăni puii cu lapte. Şi creierul delfinilor e specific mamiferelor – nici nu se pune problema că n-ar fi –, ba chiar unor mamifere foarte avansate. Cortexul cerebral al mamiferelor este un strat de materie cenuşie care înveleşte creierul în partea exterioară. A avea mai mult creier presupune, măcar în parte, creşterea suprafeţei acelui strat, ceea

---

de foarte multă vreme, le-au zărit de la depărtare şi au crezut că sunt femei. Sirenienii au fost uneori blamaţi pentru legenda privitoare la sirene. (*N. a.*)

ce se poate obține prin sporirea dimensiunilor creierului şi craniului care-l adăposteşte. Dar există dezavantaje dacă ai un craniu mare. În primul rând, naşterea e mai grea. Prin urmare, mamiferele cu creier mare au găsit soluția de a-şi spori suprafața cortexului cerebral, menținându-l însă în limitele impuse de dimensiunea craniului, şi realizează această scamatorie aranjându-şi întregul cortex cu o mulțime de falduri şi pliuri. Iată de ce creierul uman arată zbârcit ca o nucă; iar creierul delfinilor şi al balenelor sunt singurele care se iau la întrecere cu ale noastre, ale maimuțelor antropoide, la capitolul zbârcituri. Creierul peştilor nu este câtuşi de puțin zbârcit (v. figura 69). Ba chiar, ei nici n-au cortex cerebral, iar tot creierul lor e mic în comparație cu cel al delfinului sau al omului. Istoria de mamifer a delfinului e cioplită profund în suprafața zbârcită a creierului său. Face parte şi asta din specificul său de mamifer, împreună cu placenta, laptele, inima cu patru cavități, maxilarul inferior dintr-un singur os, sângele cald şi multe alte trăsături tipice mamiferelor.

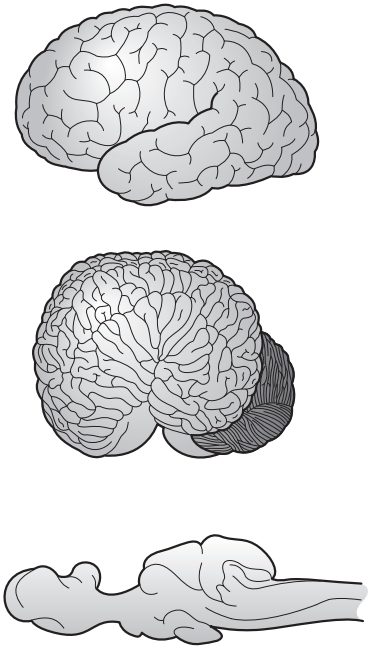


Fig. 69 – Creier de om (sus), delfin (mijloc) și păstrăv cafeniu (jos). Proporțiile nu sunt cele corecte.

Spunem că mamiferele şi păsările sunt animale „cu sânge cald“, dar în realitate ele îşi pot menține constantă temperatura corpului, indiferent de cea exterioară. Iată o idee bună, pentru că reacțiile chimice din celule pot fi optimizate pentru a se desfăşura la o anumită temperatură. Animalele zise „cu sânge rece“

nu-l au neapărat rece. O şopârlă are sângele mai cald decât un mamifer dacă amândoi stau la soare în plin deşert saharian. Iar aceeaşi şopârlă are sângele mai rece decât un mamifer dacă amândoi se află în zăpadă. Mamiferul are mereu aceeaşi temperatură a sângelui, şi munceşte din greu ca s-o menţină, folosindu-se de mecanisme interne. Şopârlele folosesc mijloace externe pentru a-şi regla temperatura corpului, mutându-se la soare, dacă au nevoie să se încălzească, şi la umbră, dacă au nevoie să se răcorească. Mamiferele îşi reglează mai precis temperatura corpului, iar delfinii nu fac excepţie. O dată în plus, istoria le e scrisă mamiferelor peste tot pe corpuri, chiar şi celor care au revenit la viaţa acvatică, unde majoritatea vietăţilor nu-şi menţin temperatura corpului constantă.

ARIPI ODINIOARĂ MÂNDRE

Corpurile balenelor şi ale sirenienilor sunt pline de relicve istorice, pe care le observăm pentru că ele trăiesc într-un mediu foarte diferit de cel al strămoşilor tereştri. Un principiu similar se aplică păsărilor care şi-au pierdut obiceiul şi instrumentele zborului. Nu toate păsările zboară, dar toate păsările poartă cu ele măcar nişte rămăşiţe ale echipamentului de zbor. Struţii şi păsările emu sunt alergători de mare viteză şi nu zboară niciodată, dar au cioturi de aripi moştenite de la îndepărtaţii strămoşi zburători. Aripile-ciot ale struţilor nu şi-au pierdut complet utilitatea. Deşi sunt prea mici ca să le susţină corpurile în aer, ele tot par să joace un anumit rol în echilibrarea şi cârmitul alergării, iar în plus folosesc la demonstraţii sociale şi sexuale. Aripile păsării kiwi sunt prea mici ca să mai fie văzute sub penajul bogat, dar vestigii ale oaselor aripii sunt la locul lor. Pasărea moa şi-a pierdut aripile cu desăvârşire. În paranteză fie spus, ţara ei de baştină, Noua Zeelandă, nu duce lipsă de păsări nezburătoare, probabil pentru că absenţa mamiferelor a lăsat larg

deschise nişe pe care le-a putut ocupa orice fiinţă care a reuşit să ajungă până acolo în zbor. Dar acei pionieri zburători, sosiţi pe propriile lor aripi, le-au pierdut mai târziu, de vreme ce le-a revenit sarcina să ţină locul mamiferelor terestre. Probabil că această remarcă nu se aplică totuşi păsărilor moa, ai căror strămoşi deveniseră deja nezburători când marele continent austral Gondwana s-a rupt în bucăţi – printre care şi Noua Zeelandă –, fiecare purtându-şi peste mare bogăţia faunei gondwaneze. Se aplică în schimb mai mult ca sigur papagalilor nezburători neozeelandezi kakapo, ai căror strămoşi zburători au trăit probabil până atât de recent încât urmaşii lor încearcă şi azi să zboare, chiar dacă le lipsesc instrumentele necesare. Iată ce spune Douglas Adams în *Ultima şansă de a vedea*:

> Este o pasăre extrem de grasă. Un exemplar adult de dimensiuni potrivite cântăreşte şase-şapte pfunzi [aproximativ 3 kilograme] şi are aripi suficient de mari cât să ţopăie puţin, dacă i se pare că e pe cale să se împiedice de ceva – dar de zburat nu poate fi vorba. Din păcate, bietul kakapo nu numai că a uitat să zboare, dar pare să fi uitat şi că a uitat să zboare. Un kakapo speriat e în stare să se cațere într-un copac şi să sară de sus, drept care zboară ca o cărămidă şi se prăbuşeşte dizgraţios la pământ.

În timp ce struţii, păsările emu şi rhea sunt mari alergători, pinguinii şi cormoranii nezburători din Galápagos sunt mari înotători. Am avut privilegiul să înot alături de un asemenea cormoran nezburător într-un lac vulcanic de pe insula Isabela, şi am rămas încântat de viteza şi agilitatea cu care cerceta crăpăturile subacvatice una câte una, stând sub apă şi ţinându-şi respiraţia un timp fantastic de lung (eu măcar aveam avantajul tubului de oxigen). Pinguinii îşi folosesc aripile scurte pentru a „zbura subacvatic“; în schimb, cormoranii din Galápagos se propulsează cu ajutorul picioarelor puternice şi al tălpilor enorme palmate, folosindu-şi aripile doar pentru stabilizare. Dar toate păsările nezburătoare, inclusiv struţii şi rudele lor, care şi-au pierdut

aripile cu foarte mult timp în urmă, sunt în mod clar descendentele unor strămoşi care-şi foloseau aripile pentru zbor. Nici un observator raţional nu se poate îndoi de acest adevăr, prin urmare, dacă te gândeşti serios la asta, îţi va fi foarte greu – de ce nu imposibil? – să te îndoieşti de realitatea evoluţiei.

Multe grupuri de insecte şi-au pierdut şi ele aripile sau, dacă nu le-au pierdut de tot, şi le-au redus mult. Spre deosebire de acele insecte cărora le lipsesc aripile din vremuri străvechi, cum ar fi molia-peşte, puricii şi păduchii şi-au pierdut aripile pe care strămoşii lor le aveau. Femelele de *Lymantria dispar*, sau molia gitană, au muşchii aripilor subdezvoltaţi şi nu zboară. Nici n-au nevoie, pentru că zboară masculii până la ele, atraşi de un feromon pe care ei îl pot detecta chiar şi la diluţii uimitoare. Dacă femelele s-ar putea mişca la fel ca ei, probabil că sistemul nici n-ar funcţiona, pentru că, până să ia masculii urma vectorului chimic răspândit treptat, sursa feromonului îşi va fi luat zborul!

Spre deosebire de majoritatea insectelor, care au patru aripi, muştele au numai două, aşa cum le spune şi denumirea latină: *Diptera*. A doua pereche de aripi s-a redus la o pereche de „balansiere“. Asemănătoare unor mici haltere care se rotesc rapid, acestea funcţionează ca nişte giroscoape. De unde ştim că balansierele provin din aripi ancestrale? Sunt mai multe motive. Ele ocupă exact acelaşi loc, pe al treilea segment al toracelui, pe care-l ocupă aripile destinate zborului pe al doilea segment (şi pe al treilea, la alte insecte). Se mişcă după acelaşi tipar în formă de opt ca aripile muştelor. Au aceeaşi embriologie ca aripile şi, cu toate că sunt foarte mici, dacă le priveşti cu atenţie – şi dacă nu eşti vreun negaţionist al evoluţiei –, mai ales în timpul dezvoltării, vei vedea că sunt nişte aripi pitice, evident modificate din aripi ancestrale. Mărturisind aceeaşi poveste, există drosofile mutante, aşa-numitele mutante homeotice, a căror embriologie e anormală şi cărora le cresc nu balansiere, ci o a doua pereche de aripi, cum au albinele sau orice alte insecte.

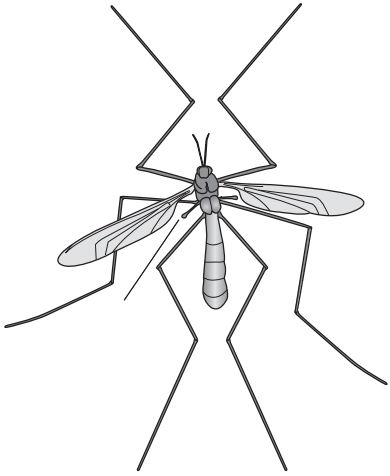


Fig. 70 – Balansiere la o muscă picioare-lungi

Cum vor fi arătat intermediarii între aripi şi balansiere şi de ce le-ar fi favorizat selecţia naturală? La ce bun o jumătate de balansieră? J.W.S. Pringle, fostul meu profesor de la Oxford, ale cărui mină ameninţătoare şi băţoşenie i-au adus porecla de „Zâmbăreţul John“, a fost principalul răspunzător pentru descifrarea modului în care funcţionează balansierele (v. Pringle, 1948). El a arătat că toate aripile de insecte au nişte organe minuscule de simţ la bază, care detectează răsuciri şi alte forţe. Organele de simţ de la baza balansierelor sunt foarte asemănătoare – altă dovadă că balansierele sunt de fapt aripi modificate. Cu mult înainte să fi evoluat balansierele, informaţia furnizată sistemului nervos de organele de simţ de la baza lor le-ar fi permis aripilor care bâzâiau în mare viteză, în timpul zborului, să acţioneze ca nişte giroscoape rudimentare. În măsura în care orice mecanism de zbor este în mod natural instabil, el are nevoie să compenseze cu un instrumentar sofisticat, de exemplu un giroscop.

Întreaga problemă a evoluţiei unor zburători stabili şi instabili e foarte interesantă. Să privim cei doi pterozauri, nişte reptile zburătoare dispărute, contemporane cu dinozaurii, din figurile 71 şi 72. Orice specialist în aerodinamică ne-ar spune că *Rhamphorhynchus*, pterozaurul mai vechi din figura 71, trebuie să fi fost un zburător stabil, dată fiind coada lungă terminată cu un fel de paletă de ping-pong. Lui *Rhamphorhynchus* nu i-ar fi trebuit un giro-control sofisticat, aşa cum au muştele

prin balansierele lor, de vreme ce coada îi dădea un echilibru inerent stabil. Pe de altă parte, aşa cum ne-ar spune acelaşi specialist, probabil că nu excela în manevrabilitate. La orice mecanism de zbor există un compromis între stabilitate şi manevrabilitate. Marele John Maynard Smith, care a lucrat ca proiectant de aeronave înainte de a deveni profesor universitar de zoologie (pretextând că avioanele erau prea zgomotoase şi demodate), arăta că animalele zburătoare se pot mişca în cursul evoluției înainte şi înapoi de-a lungul spectrului acestui compromis, uneori pierzându-şi din stabilitatea inerentă în

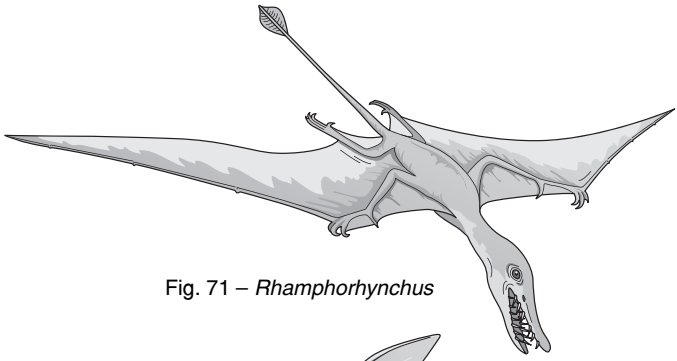


Fig. 71 – *Rhamphorhynchus*

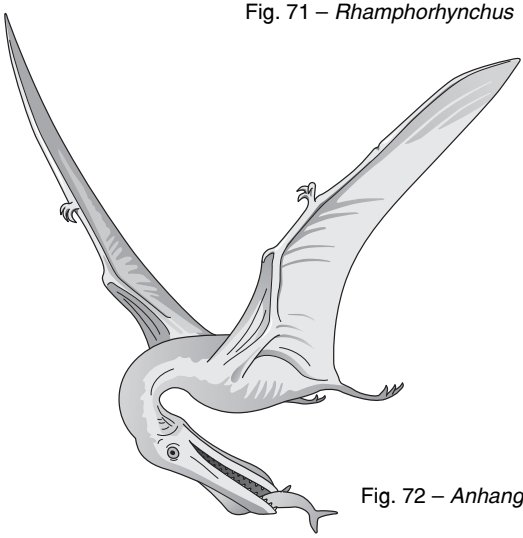


Fig. 72 – *Anhanguera*

interesul unei manevrabilități sporite, dar plătind-o sub forma unei aparaturi şi a unei capacități de calcul mai mari – adică, de putere a creierului. În figura 72, este *Anhanguera*, un pterodactil din cretacic, mai recent cu vreo 60 de milioane de ani decât *Rhamphorhynchus*, care trăia în jurasic. *Anhanguera* nu avea aproape deloc coadă, la fel ca un liliac modern. Ca şi liliacul, precis era un zburător instabil, care se baza pe aparatură şi pe calcul, controlându-şi subtil, clipă de clipă, suprafețele portante în timpul zborului.

Anhanguera nu avea balansiere, bineînțeles. Folosea pesemne alte organe de simț pentru a beneficia de informația echivalentă, probabil canalele semicirculare din urechea internă. Acestea erau într-adevăr foarte mari la pterozaurii care au putut fi cercetați – deşi, oarecum dezamăgitor pentru ipoteza lui Maynard Smith, erau mari şi la *Rhamphorhynchus*, şi la *Anhanguera*. Dar, ca să revenim la muşte, Pringle avansează ideea că strămoşii cu patru aripi ai muştelor aveau probabil abdomene lungi, care le-ar fi conferit stabilitate. Cele patru aripi vor fi funcționat ca nişte giroscoape rudimentare. Apoi, susține el, strămoşii muştelor au început să se mişte de-a lungul acelui continuum al stabilității, câştigând în manevrabilitate şi pierzând ceva din stabilitate, pe măsură ce abdomenul li s-a scurtat. Aripile dinapoi au început să se axeze tot mai mult pe funcția giroscopică (pe care o îndepliniseră dintotdeauna, într-o oarecare măsură, ca aripi), devenind mai mici şi mai grele pentru dimensiunile lor, în timp ce aripile dinainte s-au mărit, pentru a prelua mai mult din portanță în timpul zborului. Trebuie să fi existat o schimbare graduală, dar continuă, pe măsură ce aripile dinainte şi-au asumat tot mai mult din povara aviatică, în timp ce aripile dinapoi s-au micşorat, preluând sarcinile ce țineau de avionică. Furnicile lucrătoare şi-au pierdut aripile, nu şi capacitatea de a le creşte aripi. Istoria înaripată încă le bântuie. Ştim acest lucru pentru că furnicile-regine (şi masculii) au aripi, iar lucrătoarele sunt femele care ar fi putut deveni

regine, dar n-au devenit, din motive legate de mediu, şi nu genetice.[1] E de presupus că furnicile lucrătoare şi-au pierdut aripile în cursul evoluției, pentru că acestea le îngreunau mişcările şi le împiedicau să înainteze pe sub pământ. Dovezi clare în acest sens sunt oferite de furnicile-regine, care-şi folosesc aripile o singură dată: zboară din cuibul natal, îşi găsesc un partener şi apoi coboară la pământ, unde sapă o groapă destinată noului cuib. De cum îşi încep viața subterană, primul lucru pe care-l fac este să renunțe la aripi, în unele cazuri efectiv smulgându-şi-le – iată o probă dureroasă (poate, cine ştie?) că aripile mai mult le încurcă sub pământ. Nu-i de mirare că furnicilor lucrătoare nici nu le mai cresc aripi.

Probabil din motive similare, cuiburile furnicilor şi cele ale termitelor găzduiesc şi hoarde întregi de hămesiți fără aripi, de multe soiuri diferite, care se hrănesc din prăzile bogate aduse întruna de şirurile neobosite şi fremătătoare de căutători, aripile fiind şi pentru aceştia o povară, aşa cum sunt pentru furnici. Cine ar crede că monstruozitatea din figura 73 e o muscă? Şi totuşi, dintr-o analiză atentă a structurilor ei anatomice, ştim nu numai că acest parazit al termitierelor e o muscă, dar şi că aparține familiei numite *Phoridae*. În figura 74 e un reprezentant al aceleiaşi familii, parcă mai normal,

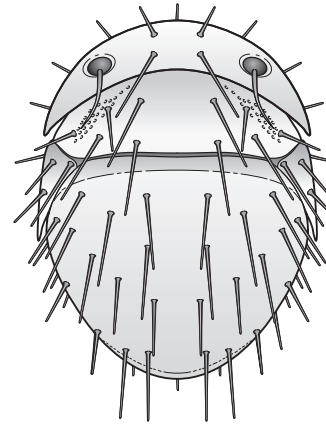


Fig. 73 – Muscă parazită din familia *Phoridae*

1. Larvele destinate rolului de regine sunt hrănite cu elixire speciale, secretate de glandele din capetele lucrătoarelor-doici. Este foarte important că diferența dintre furnicile-regine şi cele lucrătoare e determinată de mediul înconjurător, nu genetic. Am explicat pe larg de ce în *Gena egoistă*. (*N. a.*)

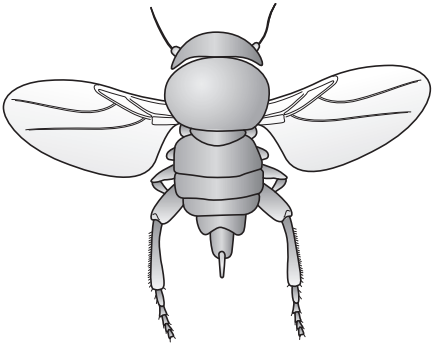


Fig. 74 – O altă muscă din familia *Phoridae*

care probabil că seamănă întru câtva cu strămoşii înaripaţi ai fiinţei stranii şi fără aripi din figura 73, cu toate că şi el e un parazit al coloniilor de insecte sociale – albine, în acest caz. Se poate vedea asemănarea cu capul în formă de seceră al monstrului sinistru cu care e înrudit. Şi aripile nedezvoltate ale acestuia sunt abia vizibile în triunghiurile minuscule de pe ambele părţi.

Există şi un alt motiv pentru absenţa aripilor în acest talmeş-balmeş de paraziţi şi profitori din furnicare şi termitiere. Mulţi dintre ei (nu şi muştele din familia *Phoridae*) au căpătat în cursul evoluţiei o asemănare de protecţie cu furnicile, fie pentru a le păcăli chiar pe acestea, fie pentru a păcăli eventualii prădători care altminteri i-ar fi cules pe ei din mulţimea de furnici mai puţin comestibile şi mai bine blindate. Cine ar putea spune, la o privire fugară, că insecta din figura 75, care trăieşte în cuiburile furnicilor, nu e furnică, ci gândac? De unde o ştim?

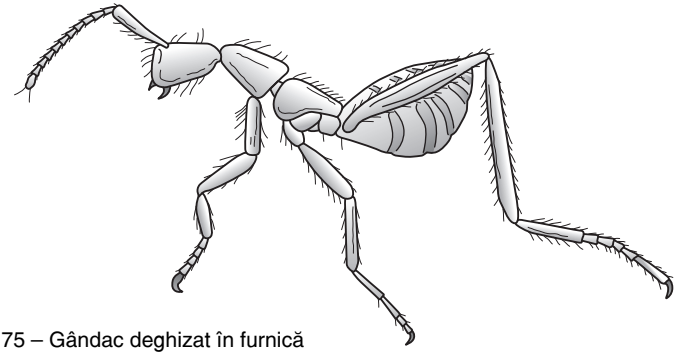


Fig. 75 – Gândac deghizat în furnică

Din asemănări subtile şi profunde cu gândacii, care sunt infinit mai multe decât caracteristicile superficiale prin care insecta se dă drept furnică – la fel cum ştim că delfinul e mamifer, nu peşte. Această fiinţă are scris pe tot corpul ei ascendenţa gândăcească, excepţie făcând (la fel ca la delfini) acele caracteristici care-i definesc aspectul superficial, cum ar fi absenţa aripilor şi silueta care aminteşte în linii mari de o furnică.

OCHII CARE NU SE VĂD

Aşa cum furnicile şi companionii lor subterani îşi pierd aripile sub pământ, numeroasele specii de animale care trăiesc în străfundurile peşterilor întunecate, unde nu e lumină, şi-au redus în dimensiuni ori şi-au pierdut cu totul ochii, şi sunt, cum a observat însuşi Darwin, cu desăvârşire oarbe. Cuvântul *troglobit*[1] a fost inventat pentru acel animal care trăieşte numai în părţile cele mai întunecate ale peşterilor şi a devenit atât de specializat, încât n-ar putea trăi nicăieri altundeva. Categoria troglobiţilor include salamandre, peşti, crevete, raci, miriapode, păianjeni, greieri şi multe alte specii. Toate aceste vieţuitoare sunt adesea albe, fiindcă şi-au pierdut orice pigment, şi oarbe. De obicei însă ele mai păstrează vestigii de ochi, şi de aceea se cuvine să fie menţionate aici. Ochii vestigiali sunt dovezi ale evoluţiei. Dat fiind că o salamandră de peşteră trăieşte într-o beznă veşnică, deci nu are nevoie de ochi, de ce i-ar mai da un creator dumnezeiesc nişte imitaţii de ochi, evident înrudite cu ochii, dar nefuncţionale?

Evoluţioniştii trebuie să explice pierderea ochilor acolo unde nu mai e nevoie de ei. S-ar putea spune: de ce să nu-ţi păstrezi ochii, fie şi dacă nu-i foloseşti niciodată? Nu s-ar putea ei dovedi

1. Chiar aşa, *troglobit*, iar nu *troglodit*, care înseamnă ceva nu chiar atât de dur. (*N. a.*)

necesari într-un viitor oarecare? De ce „să-ți bați capul“ să scapi de ei? Observați cât de greu e să rezişti unui limbaj cu conotații legate de intenție, finalitate şi personificare. N-ar fi trebuit să zic „să-ți bați capul“, nu-i aşa? Era mai bine să fi spus ceva de genul: cum o poate avantaja pierderea ochilor pe o salamandră de peşteră, aşa încât să fie mai probabil să supraviețuiască şi să se reproducă decât o salamandră rivală care îşi păstrează o pereche de ochi intactă, deşi nu-i foloseşte niciodată?

Evident, ochii presupun anumite costuri. Lăsând la o parte costurile destul de modeste de a construi un ochi, orbita oculară umedă, care trebuie să stea mereu deschisă către lume pentru a găzdui globul ocular mobil cu suprafața lui transparentă, e vulnerabilă la infecții. Aşa încât o salamandră de peşteră care şi-a ferecat bine ochii în spatele pielii dure are şanse mai bune de supraviețuire decât individul rival care şi-a păstrat ochii.

Dar există şi un alt mod de a răspunde la întrebare, fără a trimite la avantaje, necum la finalitate şi personificare. Când vorbim despre selecția naturală, ne gândim la mutații benefice rare care sunt favorizate de selecție. Majoritatea mutațiilor sunt însă dezavantajoase, fie şi numai pentru că sunt aleatorii şi există mult mai multe posibilități ca lucrurile să se înrăutățească decât ca să se îmbunătățească.[1] Selecția naturală penalizează prompt mutațiile rele. Indivizii care se aleg cu ele e mai probabil să moară decât să se reproducă, iar aceasta îndepărtează automat mutațiile din bazinul genetic. Fiecare genom de animal sau de

1. Acest lucru e mai cu seamă adevărat în privința mutațiilor cu efecte ample. Să ne gândim la o maşinărie delicată, cum ar fi un aparat de radio sau un calculator. O mutație amplă echivalează cu un şut dat aparatului cu o gheată cu crampoane sau cu tăierea unui fir ales la întâmplare şi reconectarea lui unde s-o nimeri. S-ar *putea* ca funcționarea aparatului să fie îmbunătățită, dar e puțin probabil. Pe de altă parte, o mutație măruntă echivalează cu o ajustare fină, să zicem a unui tranzistor sau a butonului de scală al unui aparat de radio. Cu cât e mai mică mutația, cu atât se apropie mai mult de 50% şanse de ameliorare a funcționării. (*N. a.*)

plantă e supus unui bombardament constant cu mutații nocive, ca o cădere de grindină. O bună analogie ar fi cu suprafața Lunii, care devine tot mai ciupită de cratere din cauza bombardamentului meteoriților. Cu foarte rare excepții, ori de câte ori o genă legată de ochi, să zicem, este lovită de vreo mutație rătăcitoare, ochiul devine ceva mai puțin funcțional, vede mai puțin, își merită mai puțin numele de ochi. La un animal trăind în lumină care-și folosește simțul văzului, asemenea mutații nocive (majoritatea) sunt repede îndepărtate din bazinul genetic de selecția naturală.

Dar în bezna totală, mutațiile nocive care bombardează genele însărcinate cu construirea ochilor nu sunt penalizate. Vederea e oricum imposibilă. Ochiul unei salamandre de peșteră este ca Luna, ciupit de cratere mutaționale imposibil de îndepărtat. Ochiul unei salamandre care trăiește la lumina zilei e precum Pământul, lovit de mutații în același ritm ca ochii salamandrei de peșteră, dar fiecare mutație nocivă (crater) e șterasă de selecția naturală (eroziune). Desigur, istoria ochiului salamandrei de peșteră nu e una exclusiv negativă: selecția pozitivă acționează și ea, favorizând creșterea unui strat de piele de protecție peste găvanele vulnerabile ale ochilor care se deteriorează din punct de vedere optic.

Printre cele mai interesante relicve istorice se numără acele caracteristici care folosesc la ceva (deci nu sunt vestigii în sensul că au supraviețuit scopului pentru care au fost create), însă par să fi fost proiectate greșit pentru acel scop. Ochiul suprem al vertebratelor – să zicem, ochiul șoimului sau al omului – e un instrument de o splendidă precizie, capabil de rezoluții minunate, care ar putea rivaliza cu cele mai bune aparate Zeiss ori Nikon de pe piață. Dacă n-ar fi așa, firmele Zeiss și Nikon și-ar pierde vremea producând imagini de înaltă rezoluție la care noi să ne uităm. Pe de altă parte, Hermann von Helmholtz, marele om de știință german din secolul XIX (care ar putea fi numit fizician, dar contribuțiile sale în domeniile biologiei și psihologiei au fost

mai importante), spunea despre ochi: „Dacă un optician ar vrea să-mi vândă un instrument care are toate aceste defecte, m-aş simți perfect îndreptățit să-l condamn pentru neglijență în termenii cei mai duri şi să-i returnez instrumentul“ (Hemlholtz, 1881, p. 194). Un motiv pentru care ochiul pare a fi totuşi mai bun decât îl considera fizicianul german este acela că, la om cel puțin, creierul face apoi o muncă uimitoare curățând imaginile, ca un fel de Photoshop automat şi ultrasofisticat. În ceea ce priveşte optica, ochiul uman îşi atinge claritatea de tip Zeiss ori Nikon doar în fovea, partea centrală a retinei, pe care o folosim la citit. Când privim o scenă, mutăm fovea peste diferitele ei părți, înregistrând-o pe fiecare până în cel mai mic detaliu şi cu cea mai mare precizie, iar „Photoshopul“ din creier ne păcăleşte, făcându-ne să credem că vedem întreaga scenă cu aceeaşi precizie. Un aparat de calitatea întâi Zeiss ori Nikon chiar asta face: arată întreaga scenă cu o claritate aproape egală şi foarte înaltă.

Aşadar, ce-i lipseşte ochiului în materie de optică suplineşte creierul cu programarea lui sofisticată de a simula imagini. Dar n-am pomenit încă de cel mai flagrant exemplu de imperfecțiune la capitolul optică. Retina este cu dosul în față.

Să ne imaginăm un Helmholtz al zilelor noastre, căruia un inginer îi oferă o cameră digitală cu ecranul său din fotocelule microscopice conceput aşa încât să fixeze imagini proiectate direct pe suprafața ecranului. Asta are sens, iar fiecare fotocelulă, bineînțeles, are un fir conectat la un dispozitiv de calcul unde imaginile sunt colaționate. Şi asta are sens, aşa încât Helmholtz n-ar mai returna camera.

Dar dacă v-aş spune că „fotocelulele“ ochiului sunt îndreptate înapoi, cu spatele spre scena privită? „Firele“ conectate la fotocelulele din creier sunt împrăştiate pe toată suprafața retinei, aşa încât razele de lumină trebuie să treacă printr-un covor de fire amestecate înainte să ajungă la fotocelule. Asta nu mai are sens – şi nici măcar n-am terminat. O consecință a aşezării

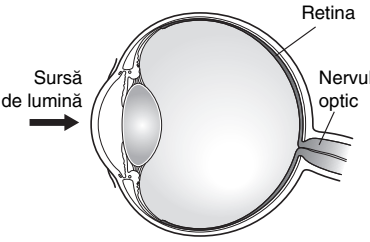


Fig. 76 – Ochiul uman

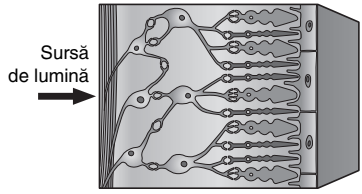


Fig. 77 – Detaliu cu „fotocelule“ (conuri și bastonașe)

inverse a fotocelulelor este aceea că firele care transmit datele de la ele trebuie să treacă prin retină pentru a ajunge în spate, la creier. La ochiul vertebratelor, toate firele converg spre o gaură din retină şi plonjează direct în ea. Gaura se numeşte „pată oarbă“, pentru că aşa şi este, oarbă, dar „pată“ e o exagerare, fiindcă e destul de mare şi ar putea fi numită mai curând „petic orb“, ceea ce iarăşi nu ne deranjează prea tare, graţie „Photoshopului“ automat din creier. Repet, aşezarea inversă nu denotă numai un proiect greşit, ci proiectul unui ageamiu absolut.

Oare aşa să fie? Dacă ar fi aşa, ochiul nu s-ar pricepe deloc să vadă – or, la asta, cel puţin, se pricepe. Ba chiar foarte bine. Se pricepe fiindcă selecţia naturală, acţionând ca un burete care şterge nenumărate detalii, a intervenit după monumentala gafă iniţială de a instala retina pe dos, şi a transformat-o într-un instrument de mare precizie. Asta îmi aduce aminte de saga telescopului spaţial Hubble. Cititorul ţine minte, poate, că în 1990, atunci când a fost lansat, s-a descoperit că telescopul prezenta un defect imporant. Din cauza unei erori nedetectate la sistemul de calibrare atunci când fusese fasonată şi şlefuită, oglinda principală era foarte uşor, dar şi foarte grav deformată. Telescopul a fost lansat pe orbită, iar apoi s-a descoperit defecţiunea. Într-o operaţiune pe cât de îndrăzneaţă, pe atât de ingenioasă, au fost trimişi în spaţiu astronauţi care au reuşit să-i monteze un fel de echivalent al ochelarilor. Telescopul a funcţionat apoi foarte bine,

iar alte îmbunătăţiri i-au fost aduse de trei misiuni succesive de întreţinere. Ceea ce vreau să subliniez este că o eroare majoră de proiectare – ba chiar o gafă catastrofală – poate fi corectată prin reparaţii ulterioare, ale căror ingeniozitate şi complexitate, în condiţii propice, pot compensa perfect eroarea iniţială. În general, în evoluţie, mutaţiile majore, chiar dacă aduc îmbunătăţiri într-o direcţie considerată a fi cea corectă, necesită aproape mereu o mulţime de reparaţii ulterioare – o operaţie de curăţare printr-o mulţime de mutaţii minore care intervin mai târziu şi sunt favorizate de selecţia naturală pentru că netezesc asperităţile provocate de ampla mutaţie iniţială. Iată de ce şoimii şi oamenii văd aşa de bine, în ciuda gafei imense din proiectul iniţial. Zice mai departe Helmholtz:

> Ochiul are toate defectele imaginabile ale unui instrument optic, ba chiar şi unele care-i sunt proprii; dar ele sunt cu toate compensate, astfel încât, în condiţii obişnuite de iluminare, imprecizia imaginii rezultate din prezenţa lor nu depăşeşte decât cu puţin limitele impuse acuităţii percepţiei vizuale de dimensiunile conurilor retiniene. Dar de îndată ce facem observaţii în condiţii uşor schimbate, ne dăm seama de aberaţia cromatică, de astigmatism, de petele oarbe, de umbrele venoase, de transparenţa imperfectă a mediilor şi de toate celelalte defecte despre care am vorbit. (Helmholtz, 1881, p. 201.)

PROIECTUL NEINTELIGENT

Erori grave de proiectare compensate apoi prin cârpeli sunt tocmai ceea ce *nu* e de aşteptat dacă ar exista un proiectant. Ne putem aştepta la greşeli nefericite, precum în aberaţia sferică a oglinzii telescopului Hubble, dar nu la o prostie evidentă cum e aşezarea retinei pe dos. Asemenea gafe nu ţin de o proiectare defectuoasă, ci de *istorie*.

Un exemplu care m-a impresionat încă de când mi-a fost prezentat de profesorul J.D. Currey, îndrumătorul meu în ultimul

an de facultate, este nervul laringian recurent[1], o ramură a unuia dintre nervii cranieni, adică a nervilor care fac legătura direct cu creierul, nu cu şira spinării. Unul dintre aceştia, nervul vag (din latinescul *vagus*, „vagabond“, o denumire potrivită), are diferite ramuri, dintre care două se duc la inimă şi două pe fiecare latură a laringelui (aparatul vocal al mamiferelor). De fiecare parte a gâtului, una din ramurile nervului laringian se duce direct către laringe, urmând o cale dreaptă, aşa cum ar fi conceput-o un proiectant. Cealaltă se duce către laringe făcând un ocol surprinzător. Ea plonjează în piept, face o buclă în jurul uneia dintre arterele principale care părăseşte inima (artere diferite pe partea stângă şi pe cea dreaptă, dar principiul rămâne acelaşi), după care se îndreaptă înapoi, pe gât în sus, către destinație.

Cine îl priveşte ca pe produsul unui proiectant va considera nervul laringian recurent o ruşine. Helmholtz ar fi avut şi mai multe motive să-l returneze vânzătorului decât în cazul ochiului. Dar, la fel ca în cazul ochiului, înțelegi perfect dacă nu te mai gândeşti la proiect, ci la istoria evolutivă. Ca să pricepem, trebuie să ne întoarcem în timp la vremea când strămoşii noştri erau peşti. Inima peştilor are două cavități, spre deosebire de a noastră, care are patru. Ea pompează sângele mai departe printr-o arteră mare centrală, numită aortă ventrală. Din aorta ventrală se desprind şase perechi de ramuri, care fac legătura cu cele şase branhii de pe fiecare parte a corpului. Sângele străbate deci branhiile, unde se îmbogăţeşte cu oxigen. Deasupra lor e colectat de alte şase perechi de vase de sânge, care-l varsă într-un alt vas mare situat pe axul corpului şi numit aortă dorsală. Aceasta alimentează cu sânge restul corpului. Cele şase perechi de artere branhiale sunt dovezi ale planului corporal *segmentat* al vertebratelor, mai clar şi mai evident la peşti decât la oameni.

1. E şi preferatul colegului meu Jerry Coyne. În cartea *De ce este adevărată evoluția*, el discută acest exemplu de o manieră extraordinar de clară. Nu pot decât să recomand şi această discuție, şi restul unei cărți excelente. (*N. a.*)

E fascinant faptul că la *embrionii* umani „arcurile faringiene“ sunt clar derivate din branhiile ancestrale, aşa cum se poate vedea privindu-le anatomia detaliată (figura 78). Sigur că nu funcţionează ca nişte branhii, dar embrionii umani în vârstă de cinci săptămâni pot fi consideraţi nişte peştişori de nuanţă rozalie, cu branhii. Nu mă pot abţine să mă întreb de ce balenelor şi delfinilor, dugongilor şi lamantinilor nu li s-au redezvoltat branhii funcţionale. Faptul că şi ei, ca toate mamiferele, posedă în arcurile faringiene o schelărie embrionară de creştere a branhiilor sugerează că n-ar trebui să fie foarte dificil. Nu ştiu de ce nu s-a întâmplat aşa, dar sunt convins că există un motiv puternic şi că există cineva care-l cunoaşte sau ştie cum să-l studieze.

Toate vertebratele au un plan corporal segmentat, dar la mamiferele adulte, spre deosebire de embrioni, acesta e manifest numai în regiunea spinală, unde vertebrele şi coastele, vasele de sânge, blocurile musculare şi nervii, toate urmează un model repetitiv modular, din faţă către spate. Fiecare segment al coloanei vertebrale are doi nervi mari care pornesc din şira spinării către o parte şi către cealaltă, numiţi rădăcina dorsală şi rădăcina ventrală. Aceşti nervi îşi fac partea cea mai mare a trebii

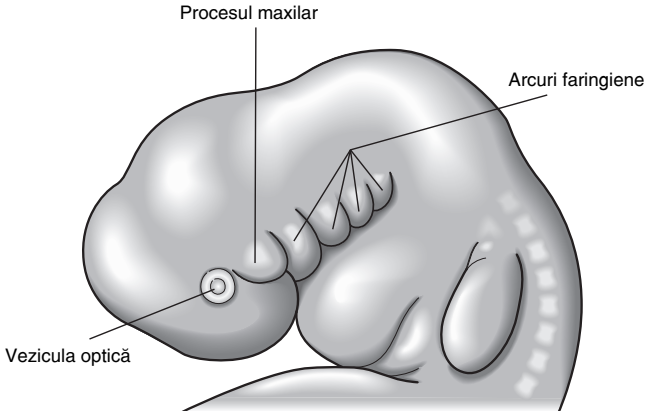


Fig. 78 – Arcuri faringiene la embrionul uman

lor, care va fi fiind ea, în vecinătatea vertebrelor din care izvorăsc, dar unii o iau către picioare în jos, iar alții către brațe.

Capul şi gâtul urmează şi ele acelaşi plan segmentat, dar e mai greu de observat chiar şi la peşti, deoarece segmentele, în loc să fie aranjate longitudinal, aşa cum sunt în coloana vertebrală, s-au îngrămădit între ele în cursul timpului evolutiv. A reprezentat un triumf al anatomiei comparate şi embriologiei din secolul XIX şi din prima parte a secolului XX faptul că au fost identificate urmele fantomatice ale segmentelor capului. De exemplu, primul arc branhial de la peştii fără maxilare precum chişcarii de mare (şi de la embrionii vertebratelor cu maxilare) corespunde fălcilor la vertebratele care au fălci (adică la toate vertebratele moderne, cu excepția chişcarilor de mare şi țiparilor de mâl).

La fel ca alte artropode, cum sunt crustaceele, insectele au planuri corporale segmentate, aşa cum am văzut în capitolul 10. Tot un triumf a fost şi demonstrarea faptului că la insecte capul conține – iarăşi îngrămădite la un loc – primele şase segmente din ceea ce va fi fost la strămoşii lor îndepărtați un şir de module perfect asemănătoare celor din restul corpului. Un triumf al embriologiei şi geneticii de sfârşit de secol XX l-a reprezentat demonstrarea faptului că segmentarea insectelor şi segmentarea vertebratelor, departe de a fi independente, cum am învățat eu, sunt în realitate mediate de seturi paralele de gene, aşa-numitele gene hox, care sunt recognoscibil similare la insecte, la vertebrate şi la multe alte animale – ba chiar genele sunt dispuse în ordinea serială corectă în cromozomi! La aşa ceva nimeni dintre profesorii mei nici nu s-ar fi gândit măcar pe vremea când eram student în ultimul an şi învățam cu totul separat despre segmentarea la insecte şi la vertebrate. Animale aparținând unor încrengături diferite sunt mult mai unite decât ne-am fi închipuit vreodată. Şi asta, iarăşi, datorită ascendenței comune. Planul hox era deja schițat în mărețul strămoş al tuturor animalelor, prezentând

o simetrie bilaterală. Toate animalele sunt între ele veri mult mai apropiați decât am fi crezut.

Dar să ne întoarcem la capul vertebratelor: nervii cranieni se crede că sunt descendenții deghizați ai nervilor segmentali, care la strămoşii noştri primitivi constituiau capătul din față al unui şir de rădăcini dorsale şi ventrale, ca acelea pe care încă le mai avem în coloana noastră vertebrală. Iar principalele vase sangvine din pieptul nostru sunt rămăşițele a ceea ce erau odinioară vasele de sânge segmentale deservind branhiile. Putem spune că pieptul mamiferelor a „cârpăcit“ tiparul segmentat al ancestralelor branhii de peşte, la fel cum, mai devreme, capul peştelui a „cârpăcit“ tiparul segmentat al strămoşilor şi mai vechi.

Embrionii umani au şi ei vase de sânge care alimentează „branhiile“ lor, foarte asemănătoare cu cele ale peştilor. Există două aorte ventrale, de fiecare parte, cu arcuri aortice segmentale, câte unul pentru fiecare „branhie“, conectate la perechea de aorte dorsale. Majoritatea acestor vase sangvine segmentale dispar la sfârşitul dezvoltării embrionare, dar e evident felul în care tiparul adult derivă din planul embrionic – şi din cel ancestral. Dacă priveşti embrionul uman la vreo 26 de zile după concepere, vezi că alimentarea cu sânge a „branhiilor“ seamănă izbitor cu alimentarea segmentală cu sânge a branhiilor unui peşte. În următoarele săptămâni de gestație tiparul vaselor de sânge se simplifică şi-şi pierde simetria inițială, iar atunci când copilul se naşte sistemul lui circulator e puternic înclinat spre stânga, departe de simetria embrionului inițial, de tipul celei a peştilor.

N-am să intru în detalii pentru a arăta corespondența dintre marile noastre artere din piept şi cele şase artere branhiale străvechi. Pentru a înțelege istoria nervilor noştri laringiali recurenți tot ce trebuie să ştim este că la peşti nervul vag are ramificații care alimentează ultimele trei dintre cele şase branhii, aşa încât e firesc ca ele să treacă prin spatele arterelor branhiale corespunzătoare. Nu e nimic „recurent“ la aceste ramificații:

ele pornesc în căutarea organelor de destinație, branhiile, pe calea cea mai directă şi mai logică.

În timpul evoluției mamiferelor, gâtul s-a lungit (peştii n-au gât) şi branhiile au dispărut, unele dintre ele transformându-se în organe utile, precum glandele tiroidă şi paratiroidă, şi în alte diverse formațiuni şi piese care se combină şi formează laringele. Aceste alte organe utile, inclusiv părți ale laringelui, şi-au căpătat alimentarea cu sânge şi conexiunile nervoase de la descendenții evolutivi ai vaselor de sânge şi nervilor care odinioară deserveau branhiile într-o succesiune ordonată. Pe măsură ce strămoşii mamiferelor au evoluat şi s-au îndepărtat tot mai mult de strămoşii lor peşti, nervii şi vasele de sânge s-au tras şi s-au întins în toate direcțiile imaginabile, ceea ce a distorsionat raporturile spațiale dintre ele. Pieptul şi gâtul vertebratelor au devenit un talmeş-balmeş față de repetitivitatea serială, simetrică a branhiilor de peşte. Iar nervii laringieni recurenți au căzut victime acestor distorsiuni.

Figura 79, preluată dintr-un manual de Berry şi Hallam din 1986, arată cum nervului laringian al rechinului îi lipseşte un ocol. Pentru a ilustra ocolul în cazul unui mamifer, Berry şi Hallam au ales – poate să existe vreun exemplu mai frapant? – o girafă.

La om, drumul parcurs de nervul laringian recurent reprezintă pesemne un ocol de câțiva centimetri. Dar la girafă el face un ocol de aproape cinci metri la un exemplar adult de talie mare! În 2009, a doua zi după sărbătorirea bicentenarului naşterii lui Darwin, am avut privilegiul să petrec o zi întreagă în compania unei echipe de specialişti în anatomie comparativă şi patologie veterinară de la Colegiul Regal de Medicină Veterinară, de lângă Londra, la disecția unei tinere girafe care, din nefericire, murise la o grădină zoologică. A fost o zi memorabilă, aproape o experiență suprarealistă pentru mine. Teatrul de operațiuni era literalmente un teatru, cu un perete de sticlă uriaş care despărțea „scena“ de gradenele pe care studenții de

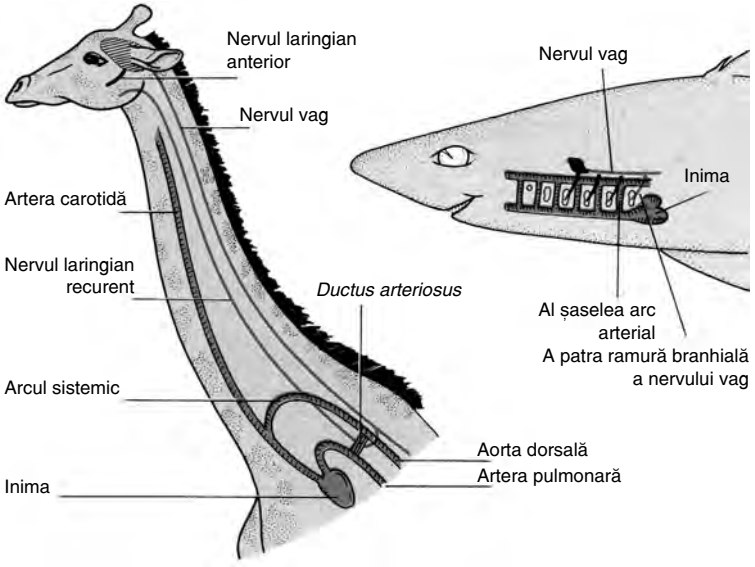


Fig. 79 – Nervul laringian la girafă (stânga) și rechin (dreapta)

la medicină veterinară stăteau ore întregi şi urmăreau ce se întâmpla. Toată ziua aceea (trebuie să fi fost o experienţă absolut neobişnuită pentru studenţi), au stat pe întuneric şi au privit prin peretele de sticlă scena luminată orbitor, ascultând ce discutau membrii echipei de disecţie, care purtau cu toţii microfoane la gât, la fel ca mine şi ca echipa de producţie care filma pentru un documentar ce urma să fie difuzat de postul de televiziune Channel Four. Girafa era întinsă pe enorma masă de disecţie, cu un picior ridicat în aer de un cârlig atârnat de un scripete şi cu gâtul acela interminabil şi emoţionant de vulnerabil expus vederii tuturor, în lumina atât de puternică. Toţi cei care ne aflam de partea girafei, faţă de peretele de sticlă, fuseserăm instruiţi să purtăm salopete portocalii şi cizme de cauciuc albe, care sporeau caracterul fantastic al celor ce se petreceau acolo.

Ca o dovadă a lungimii ocolului pe care-l face nervul laringian recurent, membrii echipei de anatomişti lucrau simultan la diferite porţiuni ale acestuia – cea din zona laringelui de lângă cap, recurenţa însăşi de lângă inimă şi toate nivelurile intermediare –, fără să se încurce unii pe alţii şi aproape fără să aibă nevoie să comunice între ei. Răbdători, ei au extras întreaga lungime a nervului – o sarcină dificilă, care nu mai fusese îndeplinită, după ştiinţa noastră, din 1837, de când o reuşise Richard Owen, marele anatomist al epocii victoriene. A fost dificil, pentru că nervul e foarte subţire, chiar ca un fir de aţă în porţiunea sa recurentă (presupun că s-ar fi cuvenit să ştiu asta, dar tot am rămas surprins când am văzut cu ochii mei), şi poate fi uşor confundat în reţeaua complicată de membrane şi muşchi care înfăşoară traheea. În călătoria sa de sus în jos, nervul (care de-acum se alătură nervului vag, ceva mai mare) trece la câţiva centimetri de laringe, destinaţia lui finală.

Şi totuşi, se duce în jos pe toată lungimea gâtului, apoi se întoarce şi parcurge tot drumul înapoi în sus. Am rămas profund impresionat de priceperea profesorilor Graham Mitchell şi Joy Reidenberg, de a celorlalţi experţi care au făcut disecţia, şi m-am trezit cuprins de respect pentru Richard Owen, aprig adversar al lui Darwin. Din păcate, creaţionistul Owen n-a tras concluzia evidentă. Orice proiectant inteligent ar fi cârmit nervul laringian de pe drumul său de sus în jos, şi ar fi scurtat un traseu de câţiva metri până la doar câţiva centimetri (v. figura 80).

Lăsând la o parte risipa de resurse pe care o presupune crearea unui nerv atât de lung, nu pot să nu mă întreb dacă vocalizările girafei nu suferă cumva un decalaj în timp, aşa cum se întâmplă când un corespondent din străinătate vorbeşte printr-o legătură prin satelit. Un specialist a zis: „Deşi posedă un laringe bine dezvoltat şi are o natură gregară, girafa nu este în stare să scoată decât nişte gemete sau behăituri foarte slabe“ (v. Harrison, 1980). O girafă bâlbâită – iată un gând ispititor, numai că nu-l

voi urma. Important este că toată această poveste cu ocolul se constituie într-un minunat exemplu care arată cât de departe sunt organismele de a fi rezultatul unui proiect bun. Iar pentru un evoluționist întrebarea importantă este de ce selecția naturală nu procedează ca un inginer: să se întoarcă la planşeta de proiectare şi să recompună lucrurile într-un mod rațional. Aceeaşi întrebare am întâlnit-o de multe ori în acest capitol, şi am încercat să-i găsesc diverse răspunsuri. Nervul laringian recurent conduce la un răspuns care face apel la ceea ce economiştii numesc „costuri marginale“.

Pe măsură ce gâtul girafei s-a tot lungit în cursul evoluției, costul ocolului – indiferent dacă vorbim de cost în economia corporală sau de cost în sensul de „bâlbâială“ – a crescut

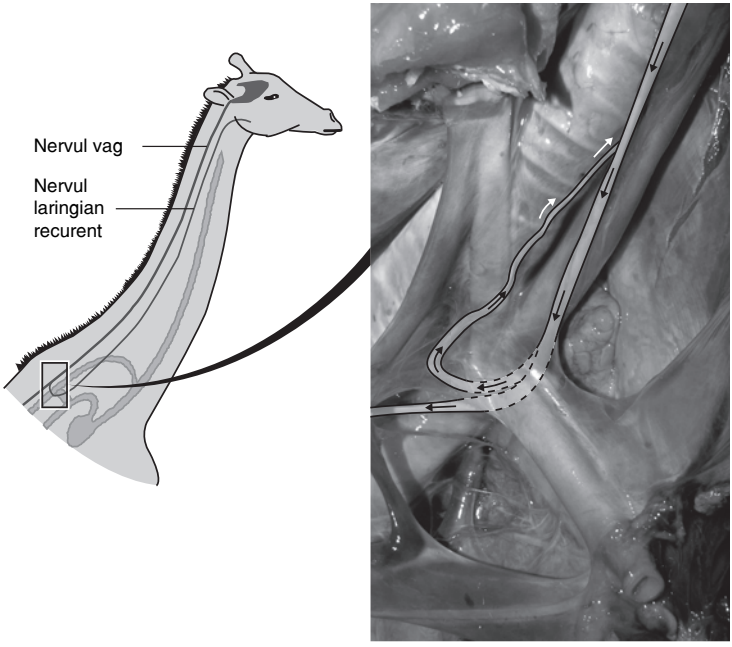


Fig. 80 – Ocolul făcut de nervul laringian la girafă

treptat. Costul *marginal* presupus de fiecare milimetru de alungire a fost unul *redus*. Dar, pe măsură ce gâtul girafei se apropia de lungimea sa impresionantă actuală, costul *total* presupus de ocol a început probabil să se apropie de nivelul la care, ipotetic vorbind, un individ mutant ar fi supraviețuit mai bine dacă fibrele nervului său laringian descendent s-ar fi desprins din alăturarea cu nervul vag şi ar fi făcut acel mic salt lateral către laringe. Şi totuşi, mutația necesară pentru a săvârşi acest „salt lateral" ar fi urmat să constituie o schimbare majoră – ba chiar un cutremur – în dezvoltarea embrionară. Este foarte probabil că mutația oricum nu s-ar fi produs niciodată. Chiar dacă s-ar fi produs, ar fi fost însoțită şi de eventuale dezavantaje, inevitabile atunci când se produce un „cutremur" în cursul oricărui proces delicat. Şi, chiar dacă acele dezavantaje ar fi fost compensate în cele din urmă de avantajele scurtcircuitării ocolului, costul *marginal* al fiecărui milimetru *în plus* de ocol e neglijabil *în comparație cu ocolul existent*. Chiar dacă „întoarcerea la planşeta de proiectare" ar fi o idee mai bună, presupunând că ar fi şi realizabilă, soluția alternativă n-ar însemna decât o măruntă creştere față de ocolul existent, iar costul *marginal* al acestei mărunte creşteri ar fi fost şi mai mic. Mai mic, presupun eu, decât costul „cutremurului major" presupus de punerea în aplicare a soluției mai elegante.

Ideea esențială este că nervul laringian recurent al oricărui mamifer e o bună dovadă împotriva ipotezei unui proiectant. Iar în cazul girafei dovada devine spectaculoasă! Ocolul bizar de lung pe tot gâtul girafei în jos, pe urmă înapoi în sus, e tocmai genul de lucru la care ne-am aştepta din partea selecției naturale şi la care *nu* ne-am aştepta din partea oricărui proiectant mai mult sau mai puțin inteligent.

George C. Williams este unul dintre cei mai respectați biologi evoluționişti americani (înțelepciunea sa calmă şi trăsăturile aspre amintesc de unul dintre cei mai respectați preşedinți

americani, născut în aceeaşi zi ca Charles Darwin*). Williams a atras atenţia asupra altui ocol, similar celui făcut de nervul laringian recurent, dar la celălalt capăt al corpului mamiferelor. Canalul deferent este tubul prin care sperma se deplasează de la testicul la penis. Drumul cel mai drept ar fi cel fictiv, reprezentat în partea stângă a figurii 81. Drumul pe care-l face de fapt canalul deferent este cel reprezentat în partea dreaptă a figurii. Adică face un ocol ridicol de lung pe după ureter, tubul prin care ajunge urina de la rinichi în vezica urinară. Dacă aşa ceva ar fi rezultatul unui proiect, nimeni nu s-ar îndoi că proiectantul a greşit rău. Dar, la fel ca la nervul laringian recurent, lucrurile se limpezesc dacă privim istoria evolutivă. Poziţia iniţială probabilă a testiculelor e reprezentată în figură prin linii punctate. În cursul evoluţiei, când testiculele au coborât în poziţia lor actuală, în scrot (din motive încă neclare, dar asociate adeseori cu temperatura) canalul deferent a rămas din nefericire atârnat de ureter într-un mod vizibil greşit. În loc să redirecţioneze tubul, aşa cum ar fi făcut orice inginer cu capul pe umeri, evoluţia s-a mulţumit să-l întindă foarte mult – repet, costul marginal al fiecărei mărunte creşteri în lungime a ocolului dovedindu-se relativ mic. Dar iată un frumos exemplu de greşeală iniţială compensată ulterior, în loc să fie remediată pe planşeta de proiectare. Asemenea exemple nu pot să nu submineze poziţia celor care se cramponează de ideea „proiectului inteligent“.

Corpul uman e plin de ceea ce am putea numi, într-un sens, imperfecţiuni, dar care trebuie privite, în alt sens, drept compromisuri inevitabile, rezultate din atât de îndelungata istorie a descendenţei noastre din alte tipuri de animale. Imperfecţiunile sunt inevitabile, în condiţiile în care „întoarcerea la planşeta de proiectare“ nu e posibilă – când îmbunătăţirile nu pot fi

---

* Este vorba de preşedintele Abraham Lincoln, iar data naşterii sale şi a lui Darwin este 12 februarie 1809. (*N. t.*)

obținute decât prin modificări *ad-hoc* asupra materialului deja existent. Să ne imaginăm ce încâlceală ar fi ieşit din motorul turboreactor dacă Sir Frank Whittle şi Hans von Ohain, cei doi oameni de ştiinţă care l-au inventat, independent unul de altul, ar fi fost nevoiţi să lucreze după o regulă de genul: „N-ai voie să porneşti la drum cu o coală de hârtie albă pe planşeta de proiectare. Va trebui să începi de la un motor cu elice şi să-l modifici, piesă cu piesă, şurub cu şurub, nit cu nit, ca să ajungi de la «strămoşul» motor cu elice la «descendentul» motor cu reacţie.“ Mai mult: toate stadiile intermediare trebuie să poată zbura, iar fiecare trebuie să prezinte cel puţin o îmbunătăţire minoră faţă de stadiul precedent. E limpede că motorul cu reacţie rezultant ar fi împovărat de tot felul de relicve istorice, de imperfecţiuni şi anomalii. Şi fiecare imperfecţiune ar fi însoţită de o acumulare greoaie de improvizaţii, cârpeli şi potriveli, toate supunându-se nefericitei interdicţii de a porni de la zero cu proiectarea.

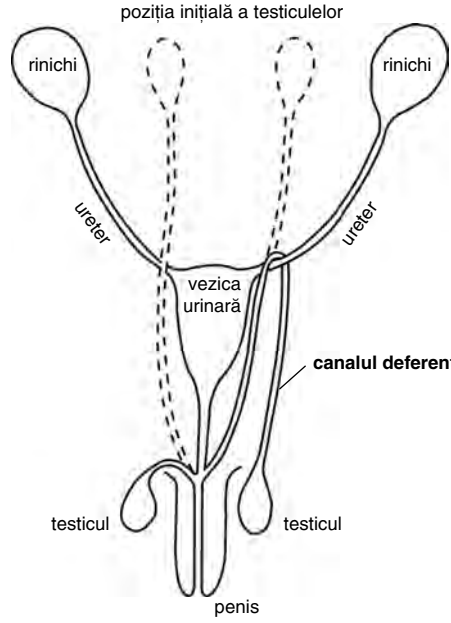


Fig. 81 – Traseul canalului deferent, de la testicul până la penis

Ideea e clară, dar o privire mai atentă asupra inovaţiei biologice ar putea conduce la altă paralelă decât cea dintre motorul cu elice şi motorul turboreactor. O inovaţie importantă (motorul cu reacţie din analogia de mai sus) ar putea proveni pesemne

nu din vechiul organ care îndeplinea acea sarcină (motorul cu elice, în acest caz), ci din cu totul altceva, care îndeplinea o sarcină absolut diferită. Iată un exemplu elocvent: când s-au adaptat la respiratul aerului, strămoşii noştri peşti nu şi-au modificat branhiile pentru a obține un plămân (așa cum fac unii peşti moderni adaptați respirației, precum bibanul cățărător, *Anabas testudineus*). În schimb, şi-au modificat o pungă a intestinului. Iar mai târziu teleosteenii – adică practic orice peşte cu care ne putem întâlni, excepție făcând rechinii şi cei asemenea lor – şi-au modificat plămânul (dezvoltat anterior la strămoşii care mai respiraseră din când în când şi aer), care a devenit un alt organ vital, însă unul fără legătură cu respirația: vezica înotătoare.

Vezica înotătoare reprezintă pesemne principala cheie a succesului teleosteenilor, şi merită să facem o digresiune pentru a o explica. Este o vezică interioară plină cu gaz, care poate fi ajustată fin pentru a menține peştele într-un echilibru hidrostatic la orice adâncime. Cine s-a jucat în copilărie cu aşa-numitul „scufundător cartezian“ va recunoaşte principiul, dar un peşte din categoria teleosteenilor se foloseşte de o variantă interesantă. Un scufundător cartezian e o jucărioară care constă într-un mic recipient amplasat cu fundul în sus şi care conține o bulă de aer plutind în echilibru într-o sticlă plină cu apă. Numărul moleculelor de aer din bulă e fix, dar volumul ei poate scădea (când presiunea creşte, potrivit legii lui Boyle[1]) dacă apăsăm pistonul

1. Legea lui Boyle afirmă că, pentru o cantitate fixă de gaz aflat la o anumită temperatură, presiunea e invers proporțională cu volumul. Țin minte legea lui Boyle încă din şcoala primară, când, la clasa noastră 4B1, a predat o singură oră profesorul de ştiințe cel mai vechi din şcoală, pe nume domnul Bunjy. El i-a ținut atunci locul profesorului nostru de fizică, domnul Bufty, iar noi am crezut că, date fiind vârsta extremă a domnului Bunjy (aşa ni se părea) şi miopia sa la fel de extremă (şi evidentă, de vreme ce avea obiceiul să citească ținând cartea efectiv lipită de nas), puteam să ignorăm lecția şi să-l tachinăm. Ce greşeală din partea noastră! Domnul Benjy ne-a ținut pe toți o oră în plus în

din gâtul sticlei. Sau putem mări volumul aerului şi reduce presiunea din bulă ridicând acelaşi piston. Scufundătorul se înalță sau coboară, în funcție de felul în care e manevrat pistonul, până ajunge într-un alt punct de echilibru hidrostatic. El poate fi făcut să se mişte în sus şi-n jos prin sticlă, ajustând poziția pistonului, deci nivelul presiunii din bula de aer.

Un peşte este un asemenea scufundător cartezian, cu o diferență subtilă. Vezica înotătoare e „bula“ lui cu aer, şi funcționează după acelaşi principiu, doar că numărul moleculelor de gaz din ea nu e fix. Când peştele vrea să se ridice spre suprafața apei, corpul său eliberează molecule de gaz suplimentare din sânge în vezică, mărindu-i acesteia volumul. Când vrea să se scufunde, absoarbe molecule de gaz din vezică în sânge, reducând astfel volumul vezicii. Existența unei vezici înotătoare indică faptul că peştele nu are nevoie să-şi pună musculatura la treabă, aşa cum face rechinul, pentru a rămâne la o anumită adâncime. El se află în echilibru hidrostatic la orice adâncime doreşte. Vezica înotătoare se ocupă de asta, eliberându-i astfel muşchii pentru propulsia efectivă. Rechinii, în schimb, trebuie să înoate permanent, altminteri s-ar scufunda încet-încet către fundul apei, deşi substanțele de densitate mică din țesuturi le conferă o oarecare flotabilitate. Prin urmare, vezica înotătoare e un plămân cooptat, care la rândul său este o pungă intestinală cooptată (şi nu, cum ne-am fi putut aştepta, o încăpere branhială cooptată). Iar la unii peşti vezica înotătoare e şi ea cooptată mai departe ca organ auditiv, un fel de timpan. Istoria e scrisă aşadar pe tot corpul, şi nu numai o dată, ci în repetate rânduri, ca un palimpsest încărcat.

Suntem animale de uscat de vreo 400 de milioane de ani, şi mergem pe picioarele dinapoi de numai circa o sutime din

---

acea după-masă, şi ne-a obligat să scriem în caiete: „Subiectul acestei lecții suplimentare: să învățăm clasa 4B1 bunele maniere şi legea lui Boyle.“ (*N. a.*)

acest enorm interval de timp. Aproximativ 99% din timpul pe care l-am petrecut pe uscat am avut o coloană vertebrală mai mult sau mai puțin orizontală şi ne-am deplasat pe toate cele patru membre. Nu ştim cu siguranță care au fost avantajele de ordin selectiv acumulate la primii indivizi care s-au ridicat şi au mers pe picioarele dinapoi, aşa că voi lăsa deoparte acest subiect. Jonathan Kingdon a scris o carte întreagă despre acest lucru (*Originea modestă*), pe care am analizat-o amănunțit în cartea mea *Povestea strămoşului*. Probabil că n-a părut o mare schimbare atunci când s-a petrecut, de vreme ce şi alte primate – cimpanzeii, unele maimuțe şi lemurianul încântător numit *Propithecus verreauxi*, sau sifaka lui Verreaux – fac din când în când acelaşi lucru. În schimb, mersul pe două picioare devenit obişnuință trebuie să fi avut consecințe şi ramificații serioase în tot corpul, presupunând o mulțime de ajustări compensatorii. Se poate afirma că nici măcar un singur muşchi sau os al corpului n-a scăpat obligației de a se schimba, pentru a se pune de-acord cu vreun detaliu, oricât de obscur, oricât de secundar şi oricât de indirect sau de slab legat de această schimbare fundamentală a felului de a se deplasa. O asemenea regândire din temelii trebuie să însoțească fiecare modificare importantă a modului de viață, din apă pe uscat, din uscat în apă, de pe pământ în aer sau sub pământ. Nu pot fi separate şi tratate izolat schimbările evidente în structura corpului. Este un eufemism a spune că există ramificații ale oricărei asemenea schimbări fundamentale. Există sute, mii de ramificații şi de ramificații ale ramificațiilor. Selecția naturală e într-o veşnică reglare sau ajustare a detaliilor, într-o veşnică asemenea „cârpeală“, aşa cum a spus marele biolog francez François Jacob.

Iată un alt mod de a pune problema. Când apare o schimbare climaterică importantă – o eră glaciară, să zicem – e normal să ne aşteptăm ca selecția naturală să ajute animalele să se adapteze la ea – de exemplu, făcând să le crească o blană mai groasă.

Dar clima *exterioară* nu e singurul tip de „climat“ la care trebuie să ne gândim. Fără vreo schimbare exterioară, dacă intervine o nouă mutație majoră și aceasta e favorizată de selecția naturală, toate celelalte gene din genom o vor simți ca pe o schimbare în „climatul genetic“ interior. Cu nimic mai prejos decât o mutație la nivelul vremii, este și aceasta o schimbare la care trebuie să se adapteze. Selecția naturală va trebui să intervină apoi, făcând ajustările necesare pentru a compensa schimbarea majoră din „climatul“ genetic, exact așa cum ar fi procedat în cazul unei schimbări intervenite în climatul exterior. Trecerea inițială de la mersul în patru picioare la cel în două picioare putea fi generat „din interior“, nu provocat de o mutație în mediul exterior. Și într-un caz, și în altul, ar fi dat naștere unei cascade complicate de consecințe, fiecare dintre ele necesitând ajustări compensatorii pentru „reglare“.

„Proiectul neinteligent“ ar fi fost un titlu bun pentru acest capitol. L-aș vedea chiar potrivit pentru o întreagă carte dedicată imperfecțiunilor vieții ca probă concludentă a inexistenței unui proiect deliberat – și nu sunt puțini autorii care au remarcat independent acest lucru. Dintre aceștia, pentru că-mi place ireverența frustă a englezei vorbite în Australia („Așa deci, de unde a mai răsărit și Proiectul ăsta Inteligent, ca un furuncul pe-o bucă?“), mă opresc la încântătoarea carte a lui Robyn Williams, decanul realizatorilor de emisiuni științifice din Sydney. După ce se plânge de durerile agonizante pe care i le oferă propriile-i șale în fiecare dimineață, în termeni care n-au cum să iasă eufemistic din gura unui antipodar care se respectă (nu mă înțelegeți greșit, sunt alături de el din tot sufletul), Williams spune: „Aproape toate șalele ar putea invoca de îndată termenul de garanție, dac-ar exista așa ceva. Iar dacă ar fi să-l facem [pe Dumnezeu] răspunzător de proiectarea defectuoasă a șalelor, trebuie să recunoașteți că n-a fost într-una dintre pasele lui cele mai bune și că probabil s-a achitat de sarcină în grabă, la capătul celor Șase Zile, numai și numai ca

să nu depăşească termenul.“ Problema este, bineînţeles, că strămoşii noştri au mers câteva sute de milioane de ani cu coloana vertebrală menţinută mai mult sau mai puţin la orizontală, şi ea n-a primit prea uşor remodelările impuse de numai câteva milioane de ani încoace. Trebuie să subliniez iarăşi că un proiectant autentic al unei primate care să umble pe două picioare s-ar fi întors la planşeta de proiectare şi şi-ar fi făcut treaba ca lumea, în loc să pornească de la un patruped şi să-l cârpească pe ici, pe colo.

Williams menţionează apoi marsupiul acelui animal australian emblematic, ursul koala, care se deschide în jos, şi nu în sus, ca la cangur – o idee foarte nefericită pentru un animal care-şi petrece timpul căţărându-se pe trunchiurile copacilor. Motivul este din nou moştenirea istorică. Ursul koala provine dintr-un strămoş asemănător unui hârciog. Hârciogii sunt campioni la săpat,

> aruncând labe întregi de sol înapoi, ca un excavator care sapă un tunel. Dacă un asemenea strămoş ar fi avut marsupiul îndreptat către bot, puii lui ar fi avut în permanenţă pământ în ochi şi între dinţi. Aşa că şi l-a orientat către coadă şi, într-o bună zi, când fiinţa aceea s-a căţărat în copac, să zicem pentru a exploata o nouă sursă de hrană, a luat cu ea şi „proiectul“, prea complicat ca să-l mai schimbe la loc.

La fel cum se întâmplă cu nervul laringian recurent, e teoretic posibil ca embriologia ursului koala să fie modificată aşa încât marsupiul să i se întoarcă în direcţia opusă. Dar, bănuiesc eu, cutremurul embriologic aferent unei asemenea schimbări ar face ca stadiile intermediare să se descurce şi mai greu decât urşii koala existenţi.

Altă consecinţă a trecerii noastre de la mersul patruped la cel biped se leagă de sinusuri, care ne provoacă atâtea suferinţe multora dintre noi (inclusiv mie, în momentul în care scriu aceste rânduri), de vreme ce gaura lor de drenaj se află în chiar ultimul loc pe care l-ar fi ales un proiectant cu capul pe umeri. Williams citează un coleg australian de-al său, profesorul Derek

Denton[1]: „Marile sinusuri sau cavități maxilare se află în spatele obrajilor, pe ambele părți ale feței. Ele își au găurile de drenaj în partea de sus, ceea ce nu-i deloc o idee fericită, când vine vorba să te folosești de gravitație pentru a ușura drenarea fluidelor.“ La un patruped, „partea de sus“ nu-i deloc în sus, ci în față, iar poziția găurii de drenaj e mult mai rațională: moștenirea istorică este iarăși scrisă pe corpurile noastre.

Williams citează apoi un alt coleg australian care-i împărtășește darul național de a zvârli câte o expresie percutantă. Respectivul zice, referindu-se la viespile ihneumonide, că proiectantul lor, presupunând c-ar fi existat, „trebuie să fi fost un ticălos şi-un sadic“. Darwin însuși, care a vizitat Australia în tinerețe, şi-a exprimat aceleaşi sentimente în termeni mai ponderați, mai puțin antipodari: „Nu-mi poate intra în cap că un Dumnezeu milostiv şi omnipotent şi-a pus în minte să creeze *Ichneumonidae*-le, cu intenția expresă ca ele să se hrănească din trupurile încă vii ale omizilor“ (v. Darwin, 1887b). Legendara cruzime a viespilor ihneumonide (ca şi a viespilor săpătoare şi a viespilor-tarantule înrudite) este un laitmotiv care va reveni în ultimele două capitole ale acestei cărți.

Nu mi-e uşor să spun cele ce urmează, dar e vorba de un lucru la care mă gândesc de ceva timp şi care mi-a venit în minte în acea zi memorabilă când cu disecția girafei. Dacă privim animalele pe dinafară, suntem impresionați, dacă nu chiar copleşiți, de iluzia de mare măiestrie a unui proiect. O girafă care scrutează copacii de la înălțimea lor, un albatros plutind, un lăstun în picaj, un şoim care apucă un iepure cu ghearele, un dragon de mare invizibil printre algele marine, un ghepard în plin salt către o gazelă care-l evită – iluzia proiectului

1. A nu fi confundat cu un alt australian, Michael Denton, un preferat al creaționiştilor care omit, pentru că aşa le convine lor, faptul că, în a doua sa carte, intitulată *Nature's Destiny* (*Destinul naturii*, New York, Free Press, 2002), şi-a denunțat poziția inițială antievoluționistă, chiar dacă a rămas teist. (*N. a.*)

creează o impresie atât de reală, încât necesită un mare efort să-ți pui în mişcare gândirea critică şi să depăşeşti seducția intuițiilor naive. Asta se întâmplă dacă privim animalele din afară. Dacă le privim pe dinăuntru, impresia e de-a dreptul opusă. Recunosc, am *impresia* unei proiectări măiastre când privesc diagramele simplificate din manuale, frumos etalate şi colorate, ca schițele unui inginer. Dar iată că realitatea care mă izbeşte când văd un animal desfăcut pe masa de disecție nu e deloc aceeaşi. Cred că ar fi un exercițiu instructiv să i se ceară unui inginer să schițeze o variantă îmbunătățită a vaselor de sânge care pleacă de la inimă, să zicem. Îmi închipui că rezultatul ar semăna cu sistemul de evacuare multiplu al unei maşini, cu o suită de țevi dispuse ordonat, în loc de amestecătura fortuită pe care o vedem într-o cutie toracică desfăcută.

Când mi-am petrecut o zi întreagă alături de echipa de anatomişti care făceau disecția girafei, am urmărit să studiez nervul laringian recurent ca exemplu de imperfecțiune evolutivă. Mi-am dat însă curând seama că, în materie de imperfecțiuni structurale, nervul laringian recurent nu reprezintă decât vârful aisbergului. Faptul că el face un ocol atât de mare e un argument zdrobitor în favoarea ideii mele – iată ce l-ar face pe Helmholtz să returneze până la urmă produsul. Dar impresia copleşitoare cu care rămâi după ce studiezi măruntaiele oricărui animal mare este că înăuntrul lui e un întreg balamuc! Nu numai că un proiectant n-ar fi făcut niciodată o asemenea greşeală cum e ocolul acelui nerv, însă un proiectant cât de cât priceput n-ar fi păstrat *nimic* din învălmăşeala şi labirintul aiuristic de artere, vene, nervi, intestine, mase de grăsime şi muşchi, mezentere şi ce-o mai fi pe-acolo. Vreau să-l citez în încheiere pe biologul american Colin Pittendrigh, care spune că totul e „un amalgam de improvizații puse cap la cap din ce se găsea la îndemână când s-a ivit ocazia, şi acceptat apoi de selecția naturală, fără ca ea să privească în perspectivă“ (Pittendrigh, 1958).

12

Cursa înarmărilor și „teodiceea evoluționistă“

Ochi şi nervi, canale seminale, sinusuri şi spinări sunt proiectate destul de prost din perspectiva binelui individual, dar imperfecțiunile sunt absolut logice în lumina evoluției. Acelaşi lucru se poate spune şi despre economia mai vastă a naturii. Te-ai putea aştepta ca un creator inteligent să fi proiectat nu numai corpurile animalelor şi ale plantelor individuale, ci şi specii întregi, ecosisteme. Te-ai putea aştepta ca natura să fie o economie planificată, atent proiectată pentru a elimina extravaganțele şi risipa. Nu este aşa, iar în acest capitol vă voi demonstra asta.

ECONOMIA SOLARĂ

Economia naturală este alimentată cu energie de la Soare. Fotonii trimişi de Soare cad ca ploaia pe întreaga suprafață a planetei unde e zi. Mulți fotoni nu fac nimic propriu-zis util, pentru că ajung să încălzească nişte pietre sau nisipul unor plaje. Câțiva dintre ei îşi croiesc drum în câte un ochi – al vostru ori al meu, sau în ochiul compus al unui crevete ori în ochiul reflector parabolic al unei moluşte. Unii ar putea cădea peste un panou solar – fie peste unul făcut de mâna omului, precum cele pe care, într-un exces de zel ecologist, tocmai mi le-am instalat pe acoperiş ca să-mi încălzesc apa de la baie, fie peste o frunză verde, care e panoul solar al naturii. Plantele folosesc energia

solară pentru a declanşa sinteze chimice de jos în sus, producând combustibili organici, în primul rând zaharuri. „De jos în sus“ vrea să spună că sinteza de zaharuri are nevoie de energie care s-o întreţină; în acelaşi sens, zaharul poate fi „ars“ mai târziu într-o reacţie „de sus în jos“, care eliberează (o parte din) energie, aceasta urmând a fi folosită la o lucrare utilă, de exemplu la o contracţie a muşchilor sau la edificarea unui trunchi zdravăn de copac. Expresiile „de sus în jos“ şi „de jos în sus“ reflectă o analogie cu apa care se revarsă dintr-un rezervor aflat la înălţime şi antrenează roata de moară într-o lucrare utilă, sau e pompată cu ajutorul unui aport de energie către acelaşi rezervor aflat la înălţime ca să poată fi folosită mai târziu, adică i se dă drumul la vale ca să antreneze roata de moară etc. La fiecare stadiu al economiei energetice, fie de sus în jos, fie de jos în sus, o parte din energie se pierde – nici o transformare a energiei nu e sută la sută eficientă. Iată de ce oficiile de brevete nu trebuie nici măcar să arunce o privire la proiectul vreunui *perpetuum mobile*: aşa ceva e cu desăvârşire şi pe veci imposibil. Nu se poate folosi energia rezultată din revărsarea apei la vale peste o roată de moară la pomparea aceleiaşi ape înapoi la deal, pentru a fi folosită iarăşi la roata de moară. Va trebui mereu să existe un aport suplimentar de energie din afară, care să compenseze pierderea – iar aici intervine Soarele. Voi reveni la acest subiect important în capitolul 13.

O mare parte din suprafaţa de uscat a Pământului este acoperită de frunze verzi, care constituie o capcană multistratificată pentru fotoni. Dacă un foton scapă neprins de o frunză, are o bună şansă de a fi captat de frunza de mai jos. Într-o pădure deasă, nu mulţi fotoni reuşesc să ajungă până la sol necaptaţi, de aceea codrii maturi sunt atât de întunecoşi. Cei mai mulţi dintre fotonii care constituie minuscula porţie de raze ale Soarelui rezervată planetei noastre ajung în apă, iar straturile de suprafaţă ale mărilor colcăie de plante unicelulare verzi, pregătite să-i capteze. Pe mare sau pe uscat, procesul chimic

de captare a fotonilor şi folosirea lor pentru întreținerea unor reacții chimice consumatoare de energie şi producerea unor molecule convenabile pentru stocarea energiei, cum ar fi cele de zaharuri şi de amidon, se numeşte fotosinteză. A fost inventată de bacterii în urmă cu un miliard de ani, iar bacteriile verzi încă mai stau la baza celei mai mari părți a fotosintezei de pe planetă. Spun acest lucru pentru că aşa-numitele cloroplaste – minuscule motoraşe verzi fotosintetice care se ocupă de fapt de fotosinteză în toate frunzele – sunt ele însele descendente directe ale bacteriilor verzi. Într-adevăr, de vreme ce încă se reproduc autonom, în aceeaşi manieră ca bacteriile, în interiorul celulelor vegetale, putem spune pe drept cuvânt că sunt în continuare bacterii, chiar dacă dependente de frunzele care le găzduiesc şi cărora le dau culoarea. Pare-se că bacteriile verzi, care inițial trăiau libere, au fost luate prizoniere în celulele plantelor, unde până la urmă au evoluat către ceea ce numim astăzi cloroplaste.

Există o elegantă simetrie în faptul că, exact la fel cum chimia „de jos în sus“ a vieții se ocupă mai cu seamă bacteriile verzi care sălăşluiesc în celulele plantelor, chimia „de sus în jos“ a metabolismului – arderea lentă a zaharurilor şi altor combustibili pentru a elibera energie în celulele plantelor şi ale animalelor – reprezintă domeniul altei clase de bacterii care odinioară trăiau liber, dar acum se reproduc în interiorul unor celule mai mari, unde sunt cunoscute sub numele de mitocondrii. Cloroplastele şi mitocondriile, descendente ale unor tipuri diferite de bacterii, şi-au inventat numerele complementare de magie chimică cu miliarde de ani înainte să fi luat naştere vreun alt organism viu care să poată fi văzut cu ochiul liber. Ambele au fost mai târziu răpite pentru abilitățile lor chimice, iar astăzi se înmulțesc în lichidul din interiorul celulelor mult mai mari şi mai complicate ale unor ființe suficient de mari pentru a fi văzute şi pipăite – celulele plantelor, în cazul cloroplastelor, şi celulele plantelor şi animalelor, în cazul mitocondriilor.

Energia solară captată de cloroplastele din plante stă la baza unor lanțuri trofice complicate, în care energia trece din plante prin erbivore, care pot fi şi insecte, prin carnivore, care pot fi şi insecte sau insectivore, şi lupi sau leoparzi, prin necrofagi precum vulturii şi gândacii de bălegar şi ajunge, în cele din urmă, la agenți ai descompunerii precum fungii şi bacteriile. La fiecare stadiu al acestor lanțuri trofice, o parte din energie se pierde sub formă de căldură, iar o parte e folosită la declanşarea unor procese biologice cum ar fi contracția musculară. Nici o urmă de energie nouă nu e adăugată la cea inițială, primită de la Soare. Cu câteva excepții interesante, dar minore – cum ar fi beneficiarii „afumătorilor" de pe fundurile oceanelor, care-şi iau energia din surse vulcanice –, tot ce înseamnă viață funcționează cu energia dată de lumina Soarelui, captată de plante.

Priviți un copac înălțându-se mândru în mijlocul unui câmp deschis. De ce e atât de înalt? Doar nu ca să fie mai aproape de Soare! Trunchiul său atât de lung s-ar putea scurta până când coroana s-ar desfăşura pe sol, şi nici atunci n-ar avea o pierdere de fotoni, ba chiar el însuşi ar economisi multă energie. Atunci de ce se chinuie să-şi ridice ditamai coroana către cer? Răspunsul ne scapă la prima vedere, dar numai până când ne dăm seama că habitatul natural al unui asemenea copac e pădurea. Copacii se înalță pentru a-şi depăşi rivalii de alături – din aceeaşi specie sau din alta. Nu vă lăsați păcăliți când vedeți un copac în câmp deschis ori în grădină, cu crengi acoperite de frunze, care se lasă până la pământ: are această formă rotunjită, de clopot, pe care atât de mult o iubesc sergenții care fac instrucție cu trupele, tocmai fiindcă se află în câmp deschis ori în grădină. Îl vedeți în afara habitatului său natural, care e pădurea deasă. Forma naturală a unui arbore de pădure e înaltă şi cu trunchiul drept şi liber, majoritatea crengilor şi a frunzelor concentrându-se către vârf, în coronamentul care suportă cu stoicism ploaia de fotoni. Dar iată o idee ciudată: dacă toți copacii din pădure ar

putea ajunge la un soi de convenție – un fel de practică restrictivă sindicalistă – de a nu creşte mai înalți, să zicem, de trei metri, fiecare dintre ei ar avea de câştigat. Comunitatea arboricolă în ansamblul ei – întregul ecosistem – ar avea de câştigat din economiile de lemn şi energie, pentru că edificarea unor trunchiuri înalte şi solide ca nişte coloane presupune consum, nu glumă.

Dificultatea încheierii unor asemenea înțelegeri de autoînfrânare e bine-cunoscută chiar şi în activitățile umane, unde ne-am putea folosi capacitatea de a prevedea. Un exemplu la îndemână este o eventuală înțelegere de a sta aşezat, şi nu în picioare, atunci când priveşti un spectacol, cum ar fi o cursă hipică. Dacă toți ar sta jos, persoanele înalte tot ar vedea mai bine decât cele scunde, exact la fel cum s-ar întâmpla dacă toți ar sta în picioare, cu diferența şi avantajul că să stai aşezat e mai confortabil pentru toată lumea. Problema se iveşte atunci când o persoană scundă aşezată în spatele uneia înalte se ridică în picioare ca să vadă mai bine. Imediat cel din spate se ridică la rându-i, ca să mai vadă măcar ceva. Un val de ridicări în picioare mătură întreaga tribună, până când toți stau în picioare. La urmă, toată lumea iese mai prost decât dacă s-ar fi înțeles cu toții să stea jos.

Într-o pădure tipică, ajunsă la maturitate, coronamentul poate fi considerat o pajişte aeriană, exact ca o prerie ondulată, acoperită cu ierburi, doar că ridicată pe piloni. Coronamentul acumulează energie solară cam în aceeaşi măsură în care ar face acest lucru şi o prerie acoperită cu ierburi. Dar o parte importantă din această energie se „pierde“ fiind consumată de piloni, care nu fac nimic altceva util decât să cocoațe „pajiştea“ la înălțime, de unde aceasta culege exact aceeaşi recoltă de fotoni pe care i-ar primi – cu costuri mult mai mici – dacă s-ar întinde direct pe pământ.

Ajungem astfel la problema diferenței dintre o economie proiectată şi o economie evolutivă. Într-o economie proiectată n-ar exista copaci – sau, în orice caz, nu copaci foarte înalți –,

nici păduri, nici coronamente. Arborii constituie o risipă, o extravaganță. Trunchiurile lor sunt niște monumente dedicate concurenței inutile – asta dacă ne gândim la ei în termenii unei economii planificate. Dar economia naturală nu e planificată. Luate individual, plantele se iau la întrecere cu alte plante, din aceeaşi specie sau din alta, rezultatul fiind că toate cresc din ce în ce mai înalte, cu mult mai înalte decât le-ar recomanda orice proiectant. Nu cresc totuşi nemăsurat. Există un punct dincolo de care creşterea cu încă un cot înălțime, chiar dacă-i conferă arborelui un avantaj competitiv, îl costă atât de mult încât pierde mult mai mult decât rivalii săi care renunță la cotul suplimentar. Echilibrul între costuri şi beneficii decide în ultimă instanță înălțimea până la care copacii sunt presați să crească, fiecare în parte, iar nu beneficiile pe care un proiectant rațional le-ar calcula pentru arbori ca grup. Şi, desigur, echilibrul conduce la niveluri maxime diferite în păduri diferite. Arborii sequoia de pe coasta Pacificului (trebuie văzuți măcar o dată în viață!) n-au fost întrecuți probabil de nimeni.

Să ne imaginăm soarta unei păduri ipotetice – să-i spunem Pădurea Prieteniei – în care, printr-un concordat misterios, toți copacii au reuşit cumva să atingă scopul mult dorit de limitare la o înălțime de trei metri a întregului coronament. Acesta seamănă cu coronamentul oricărei alte păduri, numai că se înalță până la trei, şi nu până la treizeci de metri. Din punctul de vedere al unei economii planificate, Pădurea Prieteniei e mai eficientă *ca pădure* decât acele păduri înalte cu care suntem obişnuiți, fiindcă nu-şi consumă resursele pentru a edifica trunchiuri masive a căror menire e una singură: să se ia la întrecere cu trunchiurile altor copaci.

Să presupunem însă că un copac mutant ar țâşni în sus din mijlocul Pădurii Prieteniei. Acest copac scăpat de sub control creşte, dar nu cu mult mai înalt față de norma consensuală de trei metri. Mutantul se bucură imediat de un avantaj concurențial. Ce-i drept, are şi de plătit costurile unei lungimi suplimen-

tare a trunchiului. Dar este mai mult decât recompensat, *cu condiția ca toți ceilalți copaci să respecte hotărârea de autolimitare*, pentru că fotonii acumulați îi acoperă costurile alungirii trunchiului şi-i mai aduc şi un surplus. Selecția naturală favorizează aşadar tendința genetică de a încălca hotărârea de autolimitare şi de a creşte puțin mai înalt, să zicem până la patru metri. Pe măsura trecerii generațiilor, din ce în ce mai mulți copaci încalcă embargoul impus asupra înălțimii. Când, în cele din urmă, toți copacii din pădure ajung la o înălțime de patru metri, ei stau mai prost decât înainte, fiindcă toți suportă costurile acelui metru suplimentar. În schimb, nu capătă fotoni suplimentari pentru efortul depus. Iar selecția naturală favorizează iarăşi orice tendință mutantă de a creşte, să zicem, până la cinci metri. Aşa se face că arborii cresc din ce în ce mai înalți. Se va încheia vreodată această înălțare inutilă către Soare? De ce nu şi copaci de un kilometru înălțime, de ce nu vrejul de fasole din basmul cu Jack? Limita e dată de înălțimea la care costurile marginale pe care le-ar presupune înălțarea cu încă un cot depăşesc veniturile sub formă de fotoni generate de aceeaşi creştere.

În tot acest raționament am vorbit despre costuri şi avantaje individuale. O pădure ar arăta foarte diferit dacă economia ei ar fi proiectată pentru avantajele pădurii *în ansamblul ei*. De fapt, ceea ce vedem noi e o pădure în care speciile de copaci au evoluat prin selecție naturală, iar aceasta a favorizat nişte copaci *individuali* care şi-au depăşit concurențial rivalii, tot copaci individuali, fie din propria specie, fie din alta. Tot ce ține de copaci e compatibil cu ideea că ei n-au fost proiectați – cu excepția, bineînțeles, a cazului în care au fost proiectați să ne furnizeze nouă cherestea sau să ne delecteze privirile şi să ne alinte obiectivele aparatelor de fotografiat, într-o toamnă în Noua Anglie. Iar istoria nu e deloc săracă în oameni care tocmai asta cred, aşa încât să ne întoarcem atenția către un caz paralel, în care avantajele umanității sunt mai greu de evaluat: cursa înarmărilor dintre vânător şi vânat.

FUGI, CA SĂ RĂMÂI PE LOC

Cei mai rapizi cinci alergători dintre mamifere[1] sunt ghepardul, antilopa americană (care nu e totuşi foarte strâns înrudită cu antilopele „veritabile“ din Africa), antilopa gnu (o antilopă veritabilă, deşi nu seamănă foarte mult cu celelalte), leul şi gazela Thomson (altă antilopă veritabilă, care şi arată ca o antilopă standard, numai că e mai mică). Să observăm că printre aceşti sprinteri de top sunt şi vânători, şi vânaţi, iar ceea ce vreau să subliniez este că nu-i deloc o întâmplare.

Se spune despre ghepard că poate accelera de la 0 la 100 de kilometri pe oră în trei secunde, ceea ce-l pune pe acelaşi plan cu câteva maşini precum Ferrari, Tesla sau Porsche. Şi leii pot accelera formidabil, mai ceva decât gazelele, care au mai multă rezistenţă şi se pricep s-o cotească brusc. Felinele sunt în general construite pentru sprint şi pentru a sări la gâtul prăzii luate pe nepregătite; caninele, cum ar fi câinele sălbatic african sau lupul, pentru anduranţă, ei preferând să-şi epuizeze prada. Gazelele şi alte antilope au de făcut faţă ambelor tipuri de prădători, deci trebuie să găsească o soluţie de compromis. Acceleraţia lor nu-i la fel de bună ca a felinelor, dar la capitolul anduranţă stau mai bine. Sărind într-o parte, o gazelă Thomson reuşeşte uneori să facă un ghepard să se rostogolească în praf, amânând astfel deznodământul până când urmăritorul trece de faza de maximă acceleraţie şi ajunge la alergarea de croazieră, când începe să conteze rezistenţa lui destul de redusă. Episoadele reuşite de vânătoare ale gheparzilor se încheie de obicei repede, prădătorul bazându-se pe elementul de surpriză şi pe capacitatea lui de a sprinta pe distanţe scurte. Episoadele nereuşite se termină şi ele rapid, prădătorul renunţând de obicei la cursă, pentru a-şi economisi energia, dacă atacul iniţial nu

1. Vezi lista, la adresa: http://www.petsdo.com/blog/top-twenty-20-fastest-land-animalsincluding-humans. (*N. a.*)

i-a reuşit. Cu alte cuvinte, vânătorile gheparzilor sunt întotdeauna scurte!

Dar să lăsăm detaliile precum vitezele de top şi accelerațiile, rezistența şi virajele bruşte, surpriza şi urmărirea susținută. Factorul imediat observabil este că printre animalele cele mai rapide există unele care vânează şi unele care sunt vânate. Selecția naturală face ca prădătorii să devină tot mai buni la capturarea prăzii şi, în acelaşi timp, prăzile să devină tot mai bune la evitarea prădătorilor. Vânătorul şi vânatul sunt angajați într-o cursă a înarmărilor evolutivă desfăşurată într-un timp evolutiv. Ce a rezultat? O escaladare constantă în privința cantității de resurse economice consumate de animale de pe ambele părți ale baricadei în această cursă a înarmărilor, în detrimentul altor sectoare ale economiei lor trupeşti. Vânător şi vânat deopotrivă devin din ce în ce mai bine dotați pentru a se depăşi în alergare (fie cu ajutorul elementului surpriză, fie prin iscusință) unii pe alții. Dar a fi mai bine dotat pentru a-ți depăşi adversarul în alergare nu se traduce automat prin reuşita de a-l depăşi – pentru simplul motiv că şi partea adversă din cursa înarmărilor îşi ameliorează dotarea concomitent; acesta şi e specificul cursei înarmărilor. S-ar putea spune, cum i-a spus Regina de Cupă lui Alice în Țara Minunilor, că trebuia să fugă repede, cât putea de repede, numai ca să rămână pe loc.

Darwin era perfect conştient de cursele înarmărilor evolutive, chiar dacă el n-a folosit expresia. Colegul meu John Krebs şi cu mine (v. Dawkins şi Krebs, 1979) am publicat în 1979 un articol pe această temă, în care-i atribuiam expresia „cursa înarmărilor“ biologului britanic Hugh Cott. Un lucru semnificativ, poate: Cott şi-a publicat cartea *Colorația adaptivă la animale* în 1940, în plin al Doilea Război Mondial:

> Până să afirmăm că aspectul înşelător al unui greiere sau fluture este inutil de amănunțit, va trebui să explicăm mai întâi care sunt capacitățile de a percepe şi deosebi ale duşmanilor naturali ai insectelor. A nu face acest lucru e ca şi cum am afirma că blindajul unui crucişător de luptă

e prea greu sau că bătaia tunurilor sale e prea lungă, fără a cerceta natura şi eficienţa armamentului de care dispune inamicul. Adevărul este că, în lupta primitivă din junglă, ca şi în rafinamentele războiului civilizat[1], vedem în plină desfăşurare o teribilă cursă a înarmărilor evolutivă, ale cărei rezultate, pentru apărare, sunt manifeste în calităţi precum rapiditatea, vigilenţa, blindarea, dotarea cu ţepi, obiceiul de-a săpa gropi, obicieurile nocturne, secreţiile otrăvitoare, gustul greţos şi o coloraţie protectoare, descurajantă sau mimetică; iar, pentru atac, în calităţi contrare precum rapiditatea, capacitatea de a surprinde, de a pândi, de a ademeni, acuitatea vizuală, ascuţimea ghearelor, a dinţilor şi a colţilor purtători de otravă, precum şi o coloraţie deosebită şi ademenitoare. Aşa cum o viteză mai mare la cel urmărit s-a dezvoltat ca reacţie la o viteză mai mare a urmăritorului, sau cum un blindaj defensiv e direct proporţional cu agresivitatea armelor, la fel perfecţiunea tehnicilor de camuflaj a evoluat ca reacţie la capacităţi sporite de percepţie. (Cott, 1940, pp. 158–159)

Să remarcăm că această cursă a înarmărilor se desfăşoară la scara de timp a evoluţiei. Nu trebuie confundată cu întrecerea dintre un ghepard şi o gazelă, care se desfăşoară în timp real. Cursa înarmărilor la scara de timp a evoluţiei e menită să creeze dotarea pentru cursele desfăşurate în timp real. Asta înseamnă, concret, că genele răspunzătoare de realizarea dotării pentru a depăşi în fugă sau a păcăli partea adversă se adună în bazinele genetice ale fiecăreia din părţi. În al doilea rând – iar asta ştia foarte bine şi Darwin –, dotarea pentru a fugi repede e folosită şi pentru a fugi *mai repede* ca rivalii din aceeaşi specie, care fug şi ei de acelaşi prădător. Bine-cunoscuta glumă care sună aproape ca o fabulă de-a lui Esop, cea cu ghetele de alergare şi ursul[2], se potriveşte perfect aici. Când un ghepard fugăreşte o turmă

1. Oximoron mai flagrant nici că se poate! (*N. a.*)

2. Doi excursionişti sunt fugăriţi de un urs. Unul fuge cât îl ţin picioarele, celălalt se opreşte, ca să-şi pună ghetele de alergare. „Eşti nebun?! Nici cu ghetele de alergare nu poţi fugi mai repede ca un grizzly!“ – „Nu, dar pot fugi mai repede ca tine!“ (*N. a.*)

de gazele, s-ar putea să fie mai important pentru o gazelă s-o depăşească în fugă pe cea mai lentă dintre gazelele turmei decât să depăşească în fugă ghepardul.

Acum, dacă am introdus terminologia cursei înarmărilor în acest sens, cititorul vede că şi copacii dintr-o pădure sunt angajați într-o asemenea competiție. Fiecare copac se întinde către soare în concurență cu vecinii săi din pădure. Cursa devine peste măsură de aprigă atunci când un copac bătrân moare şi lasă un loc liber în coronament. Ecoul prăbuşirii unui copac bătrân reprezintă echivalentul pocnetului de pistol într-o cursă de alergare, în timp real (chiar dacă un timp real mai lent decât cel cu care suntem obişnuiți noi, animalele), între arborii tineri care tocmai aşteptau o asemenea şansă. Iar câştigătorul va fi probabil un arbore mai bine dotat din pricina genelor care au prosperat, de-a lungul ancestralei curse a înarmărilor la scara de timp a evoluției, pentru a-l face să crească repede şi înalt.

Cursa înarmărilor dintre speciile de arbori de pădure e una simetrică. Ambele părți încearcă să realizeze acelaşi lucru: să capete un loc în coronament. Cursa înarmărilor dintre prădător şi pradă e în schimb asimetrică: o confruntare între armele de atac şi armele de apărare. Acelaşi lucru e valabil în cursa înarmărilor dintre paraziți şi gazde. Oricât de surprinzător ar părea, există chiar curse ale înarmărilor între masculii şi femelele unei specii anume, sau între părinți şi progenituri (v. Dawkins, 2006, cap. 8 şi 9: „Bătălia generațiilor“, respectiv „Bătălia sexelor“).

Un lucru legat de cursele înarmărilor care ar putea să-i îngrijoreze pe entuziaştii proiectului inteligent este doza masivă de inutilitate care le pune în mişcare. Dacă ne-am propune să postulăm un proiectant al ghepardului, am vedea imediat că el şi-a pus la bătaie fiecare dram de pricepere în proiectare pentru scopul final de a realiza un ucigaş la superlativ. O singură privire aruncată asupra unei atât de magnifice maşinării de alergat ne spulberă orice dubiu. Dacă luăm în serios câtuşi de puțin ideea proiectului, ghepardul este superb proiectat pentru a ucide

gazele. Dar unul şi acelaşi proiectant şi-a încordat la fel de evident fiecare nerv ca să proiecteze o gazelă superb dotată pentru a scăpa de colții ghepardului proiectat de el însuşi. Pentru numele lui Dumnezeu, de partea cui să fie proiectantul ăsta?! Cine priveşte muşchii încordați şi coloana vertebrală arcuită ai ghepardului nu poate să nu ajungă la concluzia că proiectantul îşi doreşte ca el, ghepardul, să câştige cursa. Dar apoi, dacă priveşte gazela sprintenă, care zvâcneşte în toate direcțiile şi țopăie, trage concluzia diametral opusă. Oare mâna stângă a proiectantului nu ştie ce face mâna dreaptă? O fi vreun sadic amator de sporturi extreme, care saltă întruna miza de ambele părți ca să sporească suspansul urmăririi? Cel care a făcut mielul să te fi făcut şi pe tine?

Stă oare scris în planul divin ca leopardul să se culce la picioarele unui copil, iar leul să molfăie paie precum boul? Atunci, la ce folosesc colții înfiorători de carnasier sau ghearele ucigătoare ale leului şi leopardului? De unde şi până unde viteza amețitoare şi agilitatea scăpărătoare ale zebrei şi antilopei? Nici nu mai trebuie precizat că asemenea întrebări se dizolvă în fața interpretării evoluționiste. Fiecare parte se luptă s-o păcălească pe cealaltă, pentru că, de ambele părți, indivizii încununați de succes îşi trec automat mai departe genele care le-au asigurat succesul, fie şi parțial. Ideea „inutilității“ şi „risipei“ ne vine în minte pentru că suntem oameni şi putem privi ecosistemul în ansamblul său. Selecției naturale nu-i pasă decât de supraviețuire şi de reproducerea genelor individuale.

La fel şi cu arborii din pădure. Aşa cum fiecare copac are economia lui, în care avuția depozitată în trunchi nu mai e disponibilă şi pentru frunze sau fructe, la fel gheparzii şi gazelele au fiecare propria economie interioară. Alergarea rapidă e costisitoare, şi nu doar în energie smulsă, la urma urmei, Soarelui, cât în materialele consumate pentru a construi muşchi, oase şi tendoane – adică maşinăria utilizată la fugă în general. Tot ce se cheltuie pe muşchi şi picioare lungi, bune de fugă, trebuie

luat de altundeva, de la un alt capitol al vieții, cum ar fi aducerea pe lume a puilor, pentru care poate că animalul ar „prefera“, în mod ideal, să-şi consume resursele. Dar există un foarte complicat echilibru de compromisuri, care trebuie administrat în amănunt. Nu putem cunoaşte toate detaliile, dar ştim (fiindcă e o lege imuabilă a economiei) că e posibil că cheltuieşti *prea mult* la un capitol al vieții, diminuând în acelaşi timp resursele altui capitol al vieții. Un individ care pune mai mult preț pe fugă decât s-ar cuveni şi-ar putea salva pielea. Dar, în sistemul de mize darwinist, el riscă să fie scos din competiție de un individ rival din aceeaşi specie, care poate că se zgârceşte puțin la viteza de alergare, deci îşi asumă un risc mai mare de a fi mâncat, dar îşi echilibrează mai bine balanța şi sfârşeşte prin a avea mai mulți descendenți cărora să le treacă mai departe genele sale tocmai fiindcă a păstrat echilibrul corect.

Şi nu numai energia şi materialele costisitoare trebuie corect şi echilibrat utilizate. Mai există şi factorul risc – nici el străin de calculele economiştilor. Picioarele lungi şi subțiri sunt bune pentru alergarea rapidă. Inevitabil însă, la fel de bune sunt şi atunci când e vorba să se rupă. De câte ori nu se întâmplă ca un cal de curse să-şi rupă un picior în toiul alergării şi să fie imediat împuşcat? Aşa cum am văzut în capitolul 3, motivul pentru care sunt atât de vulnerabili alergătorii de viteză este că au fost crescuți intensiv pentru a fi rapizi, în dauna oricăror alte considerente. Gazelele şi gheparzii au fost şi ei selectați pentru viteză – selectați natural, nu artificial, cum sunt caii de curse – şi ar fi şi ei la fel de expuşi fracturilor dacă natura i-ar creşte intensiv numai pentru viteză. Dar natura nu creşte niciodată intensiv pe nimeni. Natura ştie să echilibreze lucrurile. Lumea e plină de gene care mențin echilibrul corect – de aceea şi există! Ce înseamnă asta în practică? Înseamnă că indivizii care dovedesc o tendință genetică de a avea picioare excepțional de lungi şi de subțiri, care sunt mai bune pentru alergare, trebuie să recunoaştem, sunt în medie mai puțin predispuşi să-şi treacă

mai departe genele decât indivizii poate ceva mai lenți, ale căror picioare mai puțin subțiri se rup mai greu. Iată un singur exemplu ipotetic dintre sutele de trocuri și compromisuri cu care toate plantele și animalele jonglează. Jonglează cu riscurile și jonglează cu trocurile economice. Sigur că nu animalele și plantele însele fac asemenea jonglerii și echilibristici – selecția naturală e cea care jonglează cu numerele relative de gene alternative din bazinele genetice, și le echilibrează.

Așa cum e de așteptat, compromisul optim nu e fix în cazul unui troc. La gazele, trocul dintre viteza de alergare și alte cerințe care țin de economia corpului își mută nivelul optim în funcție de ponderea carnivorelor în zona unde trăiește gazela. Este aceeași poveste ca în cazul peștilor guppy din capitolul 5. Dacă sunt mai puțini prădători în jur, lungimea optimă a piciorului gazelei va scădea: cei mai de succes indivizi vor fi aceia ale căror gene îi vor predispune la mutarea unor cantități de energie și material corporal de la picioare la nașterea puilor, să zicem, sau la acumularea de grăsime pentru iarnă. Există și indivizi mai puțin predispuși să-și rupă picioarele. Reciproc, dacă numărul prădătorilor crește, atunci echilibrul optim se va muta către picioarele mai lungi, către un risc mai mare de fracturi, către mai puțină energie și mai puțin material de consumat pentru acele aspecte ale economiei corporale care nu au de-a face cu alergarea rapidă.

Iar exact același tip de calcule implicite va genera echilibrul compromisurilor optime la prădători. Un ghepard care-și rupe picioarele moare de foame, fără îndoială – și puii săi la fel. Dar în funcție de cât de greu îi vine să-și prindă hrana, riscul de a nu reuși să prindă suficientă hrană dacă aleargă prea încet ar putea trage mai greu în balanță decât riscul de a-și rupe un picior fiindcă e dotat cu tot ce-i trebuie pentru a alerga foarte repede.

Prădătorul și prada sunt prinși într-o cursă a înarmărilor ca într-o capcană, fiecare din părți forțând-o involuntar pe cealaltă să-și mute nivelul optim – în economia și compromisurile vieții

care ţin de risc – tot mai departe în aceeaşi direcţie: fie literalmente în aceeaşi direcţie, cum ar fi către o viteză de alergare sporită, fie în sensul mai vag de a se concentra asupra cursei înarmărilor dintre prădător şi pradă, şi nu asupra unui alt sector al vieţii, cum ar fi producţia de lapte. Dat fiind că ambele părţi trebuie să-şi afle propriul echilibru corect între riscurile, să zicem, de a fugi prea repede (rupându-şi picioarele sau neglijându-şi economic alte părţi ale trupului) şi de a fugi prea încet (nereuşind să apuce prada sau, respectiv, să scape cu viaţă), fiecare parte o împinge pe cealaltă în aceeaşi direcţie, într-un fel de sumbră *folie à deux**.

Poate că termenul *nebunie* nu reflectă întru totul gravitatea problemei, de vreme ce penalizarea pentru nereuşită e moartea – prada, să fie ucisă; prădătorul, să moară de foame. Dar *în doi* exprimă faptul că, dacă vânătorul şi vânatul ar fi în stare să se aşeze la aceeaşi masă şi să bată în cuie un acord raţional, şi unul, şi altul ar ieşi mai câştigaţi. La fel cum se întâmpla cu arborii din Pădurea Prieteniei, se vede lesne cum le-ar putea folosi o asemenea înţelegere, cu condiţia să poată fi făcută. Aceeaşi senzaţie a inutilităţii pe care am avut-o în legătură cu pădurea caracterizează şi cursa înarmărilor dintre prădător şi pradă. În cursul evoluţiei, prădătorul devine tot mai bun la prinderea prăzii, ceea ce face ca prada să devină tot mai bună la evitarea prădătorilor. Ambele părţi îşi îmbunătăţesc în paralel *dotările* pentru supravieţuire, dar nici una, nici alta nu supravieţuieşte neapărat mai bine, tocmai pentru că întotdeauna partea cealaltă se întăreşte şi ea.

E însă la fel de lesne de observat că un planificator central care se gândeşte la binele întregii comunităţi şi-ar folosi rolul de arbitru pentru a formula un acord în aceiaşi termeni ca în cazul Pădurii Prieteniei: ambele părţi să se „pună de acord“ să-şi

---

* Textual: „nebunie în doi“ (*fr.*), denumire dată, în psihiatrie, unei situaţii în care două persoane apropiate şi care suferă de aceeaşi boală mintală prezintă şi aceleaşi halucinaţii. (*N. t.*)

reducă „armamentele“ şi să mute consumurile de resurse către alte capitole ale vieții, pentru ca şi una, şi alta să beneficieze de rezultate. Acelaşi lucru se poate întâmpla, bineînțeles, într-o cursă a înarmărilor umană. O parte n-ar avea nevoie de avioane de luptă dacă partea cealaltă n-ar avea bombardiere. Unii n-ar avea nevoie de rachete dacă ceilalți n-ar avea nici ei rachete. Ambele părți ar putea economisi miliarde, cu condiția să-şi înjumătățească toate cheltuielile de înarmare şi să bage banii în brăzdare de plug. Iar după ce-şi înjumătățesc bugetele de înarmare şi ajung la un armistițiu stabil, şi le pot înjumătăți încă o dată. Ideea e să acționeze concomitent, pentru ca fiecare parte să rămână la fel de bine dotată ca partea cealaltă, iar fiecare să echilibreze balanța în această cursă constantă de dez-escaladare a înarmărilor. La o asemenea dez-escaladare planificată, cuvântul-cheie este *planificată*. Dar noi vedem iarăşi că evoluția numai planificată nu e. Aşa cum se întâmplă cu copacii din pădure, escaladarea e inevitabilă, până în momentul în care individului tipic din orice specie nu-i mai foloseşte la nimic. Spre deosebire de un eventual proiectant, evoluția nu se opreşte niciodată ca să se gândească dacă n-ar exista o cale mai bună, o cale a reciprocității, pentru toți cei vizați, în locul unei escaladări bilaterale în direcția obținerii unui avantaj egoist – avantaj neutralizat, tocmai pentru că escaladarea e reciprocă.

Tentația de a gândi ca un planificator s-a răspândit de mult printre „ecologiştii de ocazie“, dar până şi ecologiştii din mediul universitar ajung uneori să cocheteze primejdios cu ea. Ideea ispititoare de „prădători prudenți“, de exemplu, nu-i bântuie numai pe nişte inşi cu minţile în nori, ci şi pe un distins ecologist american.

Ideea de prădător prudent e următoarea: toată lumea ştie că, din punctul de vedere al omenirii în ansamblul ei, ne-ar fi tuturor mai bine dacă ne-am impune restricția de a nu pescui exagerat de mult o specie importantă în alimentația noastră, cum ar fi codul, de teamă că ar putea dispărea la propriu. Iată

de ce guvernele şi ONG-urile se reunesc în conclavuri solemne şi proclamă cote şi restricţii. Iată de ce dimensiunile precise ale ochiului de năvod sunt specificate în detaliu prin hotărâri de guvern şi de ce nave militare înarmate zdravăn patrulează mările în căutarea pescarilor indisciplinaţi. Noi, oamenii, suntem nişte „prădători prudenţi“ – în zilele noastre bune şi dacă poliţia stă cu ochii pe noi. Şi-atunci – cred unii ecologişti –, n-ar trebui să ne aşteptăm şi ca prădătorii din sălbăticie, precum lupii şi leii, să se comporte ca nişte prădători prudenţi? Răspunsul este nu. Nu, Nu şi nu. Şi merită să înţelegem corect de ce nu, fiindcă e o chestiune interesantă, pentru care copacii din pădure şi acest întreg capitol ar fi trebuit să ne pregătească.

Un planificator – un proiectant de ecosisteme care să-şi dorească binele întregii faune – ar putea, ce-i drept, stabili o politică optimă de periere a speciilor, pe care leii, să zicem, ar putea s-o adopte, dacă lucrurile ar sta în mod ideal. Nu vânaţi mai mult de cutare procentaj din orice specie de antilope. Cruţaţi femelele gestante şi nu vânaţi adulţi tineri, al căror potenţial de reproducere e maxim. Evitaţi să mâncaţi membri ai unor specii rare, pentru a nu aduce în pragul dispariţiei asemenea specii care s-ar putea dovedi utile în viitor, dacă şi când condiţiile se vor schimba. Măcar dacă toţi leii din ţară s-ar conforma normelor şi cotelor stabilite, atent calculate ca să fie „sustenabile“ – n-ar fi bine şi frumos? Ce bine ar fi! Şi atât de raţional!

Mă rog, ar fi într-adevăr raţional, iar un proiectant aşa ceva le-ar prescrie leilor, cel puţin dacă ar avea în minte bunăstarea ecosistemului ca întreg. Dar selecţia naturală n-ar prescrie nimic de felul ăsta (fie şi pentru că selecţia naturală, fiind lipsită de prevedere, nu *prescrie* nimic), şi nu aşa se petrec lucrurile! Iată de ce – şi se repetă povestea cu arborii din pădure: să ne imaginăm că, prin cine ştie ce întorsătură diplomatică leonină, cei mai mulţi lei dintr-o zonă ar cădea cumva de acord să-şi limiteze vânătoarea, numeric şi teritorial, până la niveluri sustenabile. Să ne imaginăm însă că, în această populaţie înfrânată

şi cu simţ civic, o genă mutantă l-ar face pe un leu să încalce convenţia şi să exploateze populaţia de animale-pradă până la extrem, asumându-şi chiar riscul de a duce până în pragul extincţiei acea specie. Ar penaliza selecţia naturală gena rebelă vinovată? Din păcate, n-ar penaliza-o. Urmaşii leului răzvrătit, posesori ai genei rebele, şi-ar învinge concurenţa şi s-ar înmulţi cu mult peste media rivalilor din populaţia leonină. În câteva generaţii, gena rebelă se va fi răspândit prin toată populaţia de lei, iar de acordul amiabil iniţial se va fi ales praful. Cel[1] care capătă partea leului îşi trece mai departe genele tocmai din acest motiv.

Planificatorul entuziast va protesta: dar dacă toţi leii se comportă egoist şi vânează excesiv prada până o aduce în pragul extincţiei, *toată lumea* iese prost, chiar şi cei mai redutabili vânători dintre lei. În ultimă instanţă, dacă dispare prada, va dispărea şi toată populaţia de lei. Nu-i normal, insistă planificatorul, ca selecţia naturală să intervină şi să oprească o asemenea evoluţie? Repet: din păcate, nu. Problema este că selecţia naturală nu „intervine“ – ea nu are grija viitorului[2] şi nu alege între două grupuri de rivali. Dacă ar face toate astea, ar exista

1. Sau *cea*. În cazul leilor, lucrurile sunt ceva mai complicate, pentru că femelele vânează de cele mai multe ori, dar masculii „primesc partea leului“ în majoritatea cazurilor. Să nu ne cramponăm însă de lei pentru exemplul ipotetic pe care încercăm să-l dăm. Să ne gândim la o specie de prădător luată la modul general şi să ne imaginăm indivizi „prudenţi“, care se abţin să vâneze excesiv, şi indivizi „nesătui“, care încalcă orice înţelegere. (*N. a.*)

2. Vorbitul amatoristic despre adaptarea darwinistă se împotmoleşte adesea în prezumţia eronată (neformulată explicit şi, prin urmare, cu atât mai primejdioasă) că evoluţia ar prevedea. La Sydney Brenner, eroul secţiunii dedicate nematozilor *Caenorhabditis* în capitolul 8, ironia e pe măsura strălucirii sale ştiinţifice. L-am auzit odată ridiculizând eroarea cu „prevederea evoluţionistă“ şi vorbind despre o posibilă specie din cambrian, care şi-ar fi păstrat în bazinul genetic o proteină altminteri nefolositoare, doar ca „s-o aibă la îndemână în cretacic“. (*N. a.*)

o şansă ca prădătorii prudenţi să fie favorizaţi. În schimb, aşa cum Darwin a înţeles mai limpede decât mulţi dintre urmaşii lui, selecţia naturală alege între indivizii rivali din cadrul aceleiaşi populaţii. Chiar dacă o întreagă populaţie plonjează cu capul înainte către propria-i extincţie, împinsă la gestul extrem de competiţia individuală, selecţia naturală tot îi favorizează pe indivizii cei mai competitivi până în ultimul moment, când moare şi cel din urmă dintre ei. Selecţia naturală poate conduce o populaţie la extincţie, favorizând întruna, până la capăt, acele gene competitive care sunt menite să dispară ultimele. Planificatorul ipotetic imaginat de mine este un anume tip de economist, adept al principiului social, care calculează o strategie optimă pentru o întreagă populaţie sau un întreg ecosistem. Pentru a duce până la capăt analogiile cu economia, ar trebui să ne gândim la „mâna invizibilă“* a lui Adam Smith.

O TEODICEE EVOLUȚIONISTĂ?

Vreau să părăsesc acum domeniul economic. Să rămânem la ideea de planificator, de proiectant, dar un planificator care se dovedeşte a fi un filozof al moralei, nu un economist. Un proiectant binefăcător s-ar gândi – ne imaginăm noi, ca nişte idealişti ce suntem – să minimizeze suferinţa. Nu e ceva incompatibil cu bunăstarea economică, dar sistemul creat va diferi la nivelul detaliilor. Şi repet: din nefericire, aşa ceva nu se întâmplă în natură. De ce s-ar întâmpla? Teribil, dar adevărat: suferinţa este atât de cumplită printre animalele sălbatice, încât nişte suflete sensibile ar face bine nici să n-o privească. Ştia Darwin despre ce vorbea când îi spunea prietenului său Hooker într-o scrisoare:

* Mai exact, „mâna invizibilă a pieţei“, concept introdus de economistul Adam Smith în *Teoria sentimentelor morale* (1759) pentru a descrie comportamentul prin care piaţa se autoreglează. (*N. t.*)

„Ce mai carte ar putea scrie un capelan al diavolului despre operele stângace, risipitoare, josnice şi oribil de crude ale naturii!“ (v. Darwin, 1903) Această memorabilă expresie, „capelan al diavolului“, mi-a servit pe tavă titlul uneia dintre cărțile mele mai vechi[1], unde spuneam:

Natura nu e nici blândă, nici neblândă. Nu e nici împotriva suferinței, nici în favoarea ei. Natura nu e interesată de suferință decât dacă afectează supraviețuirea ADN-ului. Este uşor de imaginat o genă care, de exemplu, tranchilizează gazelele atunci când sunt la un pas de a primi o muşcătură ucigătoare. Ar fi o asemenea genă favorizată de selecția naturală? Numai în situația în care tranchilizarea unei gazele ar îmbunătăți şansele acelei gene de a fi transmisă generațiilor viitoare. E greu de ştiut de ce s-ar întâmpla ceva de felul acesta, şi putem doar presupune ce dureri şi spaime oribile cunosc gazelele atunci când sunt fugărite până la moarte – ceea ce li se întâmplă celor mai multe dintre ele, în ultimă instanță. Cantitatea generală de suferință existentă anual în lumea naturii întrece orice imaginație decentă. În timpul cât îmi ia mie să scriu această frază, mii de animale sunt mâncate de vii, altele fug disperate ca să scape cu viața şi scâncesc de frică, în timp ce altele sunt uşor-uşor devorate pe dinăuntru de paraziți hrăpăreți, iar mii din toate speciile mor de foame, sete şi boli. Aşa şi trebuie să fie. Dacă va veni vreodată o vreme a belşugului, se va ajunge automat la o creştere a populațiilor, până când starea naturală de suferință, foamete şi mizerie va fi restaurată. (v. Dawkins, 1995, cap. 4: „Funcția de utilitate a lui Dumnezeu“.)

Probabil că paraziții provoacă şi mai multă suferință decât prădătorii, iar înțelegerea rostului lor evolutiv sporeşte senzația inutilității pe care o resimțim când ne gândim la el. Personal, tun şi fulger împotriva lui ori de câte ori mă păleşte o răceală (cum se întâmplă chiar acum, în timp ce scriu la cartea de față!). Poate că nu e decât un neajuns minor, dar este *absurd*! Dacă e vorba să te mănânce o anacondă, măcar ai sentimentul că ai contribuit şi tu la bunăstarea unuia dintre stăpânii vieții. Când te mănâncă

1. R. Dawkins, *A Devil's Chaplain* (*Capelanul diavolului*), Londra, Weidenfeld & Nicolson, 2003. (*N. a.*)

un tigru, poate că ultimul gând care-ți trece prin minte este: „Ce mână, ce ochi nemuritor / Ți-a modelat groaznica simetrie?// În care ceruri sau genuni distante / Au ars focurile ochilor tăi?“* Dar un virus?! Un virus are inutilitatea înscrisă în propriu-i ADN – mă rog, în ARN, la virusul comun al răcelii, dar principiul rămâne acelaşi. Un virus există cu scopul unic de a face mai multe virusuri. În fine, acelaşi lucru se poate spune la urma urmei şi despre tigri sau şerpi, dar ei măcar nu *par* inutili. Tigrul şi şarpele pot fi nişte maşini de replicat ADN-ul, dar cel puțin sunt nişte maşini frumoase, elegante, complicate, costisitoare. Am dat şi eu bani pentru salvarea tigrului, dar cine s-ar gândi să dea bani pentru salvarea virusului răcelii? Inutilitatea lui mă scoate din sărite când îmi suflu nasul pentru a nu ştiu câta oară şi gâfâi fiindcă nu pot să respir.

Inutilitate? Ce prostie! Prostie umană, sentimentală. *Toată* selecția naturală e inutilă. Scopul ei e supraviețuirea prin autoreplicare a instrucțiunilor de autoreplicare. Dacă o variantă de ADN supraviețuieşte prin intermediul unei anaconde care mă înghite pe mine întreg sau dacă o variantă de ARN supraviețuieşte făcându-mă pe mine să strănut, atunci de altă explicație nici nu e nevoie. Virusurile şi tigrii sunt construiți cu ajutorul unor instrucțiuni codate, al căror mesaj suprem este, la fel ca la un virus de calculator, „copiază-mă“. În cazul unui virus al răcelii, instrucțiunea se execută în principiu nemijlocit. ADN-ul unui tigru este şi el un program de tipul „copiază-mă“, dar conține o digresiune uimitor de mare ca parte inconturnabilă a executării eficiente a mesajului său fundamental. Această digresiune reprezintă un tigru, cu tot ce-i trebuie: colți, gheare, muşchi de oțel, instincte care-l fac să pândească şi să se năpustească. ADN-ul tigrului spune: „Copiază-mă, dar numai pe ruta ocolitoare pe care vei construi mai întâi un tigru.“ În acelaşi timp, ADN-ul

* Versuri din poemul *Tigrul*, care face parte din volumul *Cântecele experienței* (1794) de William Blake (1757–1827). (*N. t.*)

antilopei spune: „Copiază-mă, dar numai pe ruta ocolitoare pe care vei construi mai întâi o antilopă, care să aibă picioare lungi şi muşchi puternici, instincte care o vor face să se teamă şi organe de simț fin acordate, cu care să perceapă primejdia reprezentată de tigri.“ Suferința e un produs secundar al selecției naturale, o consecință inevitabilă, care ne poate îngrijora pe noi în momentele noastre mai simțitoare, dar nimeni nu se poate aştepta să-i provoace dureri de cap unui tigru – presupunând că un tigru îşi bate capul cu ceva –, şi cu siguranță nu genelor lui.

Teologii sunt în aşa măsură îngrijorați de probleme ca suferința şi răul, încât au inventat chiar şi o denumire, „teodicee“ (textual: „dreptatea lui Dumnezeu“), pentru încercarea lor de a reconcilia cele două realități cu presupusa milostenie a lui Dumnezeu. Biologii evoluționişti nu văd aici vreo problemă, pentru că răul şi suferința nu contează sub nici o formă în economia generală a supraviețuirii genelor. Trebuie totuşi să analizăm problema durerii. Care e sursa ei, din perspectivă evoluționistă?

Presupunem că durerea, ca tot ce e legat de viață, este un truc darwinist care funcționează aşa încât să îmbunătățească supraviețuirea celui ce suferă. Creierele au inoculate în ele o regulă de genul: „Dacă resimți durere, opreşte-te din ce faci în acel moment şi nu mai face niciodată.“ Rămâne o problemă deschisă de ce unele lucruri trebuie să fie atât de dureroase. Teoretic, ai zice că echivalentul unui steguleț roşu poate fi înălțat fără efort undeva în creier ori de câte ori animalul face un lucru care-i dăunează – de pildă, atinge un tăciune înroşit. O admonestare imperativă – „Nu mai face niciodată aşa ceva!“ – sau o schimbare nedureroasă în diagrama cablajelor din creier, aşa încât animalul chiar să nu mai facă niciodată la fel, s-ar zice că ar fi, măcar la prima vedere, suficient. De ce atunci atâtea chinuri sfâşietoare, de ce o senzație care poate dura zile-n şir şi de care memoria poate că nici nu mai scapă vreodată? Să fie lupta cu această întrebare versiunea de teodicee a teoriei

evoluționiste? De ce atâta durere? Ce-i rău în arborarea unor steguleţe roşii?

Nu cunosc un răspuns tranşant. Iată însă o ipoteză interesantă: dacă în creier se desfăşoară o confruntare între dorinţe şi impulsuri, iar între ele se dă un fel de luptă interioară? Cunoaştem foarte bine senzația: ne putem afla într-un conflict între foame şi dorința de a fi supli, să zicem. Sau între furie şi frică. Sau între dorința sexuală şi teama descurajantă de a fi respinşi ori îndemnul conştiinței de a rămâne fideli. Putem simți la propriu cum se încordează muşchii în interiorul ființei noastre, pe măsură ce dorințele contradictorii se luptă între ele. Să revenim însă la durere şi la posibila ei superioritate față de un „steguleț roşu“. La fel cum dorința de a fi supli ne poate domina foamea, este evident cu putință să ne dominăm dorința de a scăpa de durere. Victimele torturii s-ar putea să-şi dea duhul până la urmă, dar adeseori trec printr-o fază în care preferă să îndure o mare suferință decât să-şi trădeze camarazii, țara sau ideologia. În măsura în care se poate spune că „vrea“ ceva, selecția naturală nu vrea ca indivizii să-şi sacrifice viețile de dragul țării, al unei ideologii, al unui partid, al unui grup sau al unei specii. Selecția naturală e „împotriva“ indivizilor care îşi domină avertismentele senzației de durere. Selecția naturală „vrea“ să supraviețuim sau, mai precis, „vrea“ să ne reproducem fără să ne pese de țară, ideologie sau echivalentele lor neumane. Din perspectiva selecției naturale, steguleţele roşii vor fi favorizate doar dacă nu sunt niciodată ignorate.

În ciuda tuturor dificultăților filozofice, cred că situațiile în care durerea e dominată din motive nedarwiniste – loialitate față de țară, ideologie etc. – ar fi mai frecvente dacă am avea un „steguleț roşu“ în creier, în loc să resimțim o durere concretă, deplină, intolerabilă. Să presupunem că ar apărea mutanți genetici care n-ar simți chinul sfâşietor al durerii, ci s-ar baza pe un sistem de „steguleţe roşii“ care să-i țină departe de vătămările trupeşti. Le-ar veni atât de uşor să reziste torturii, încât

ar fi imediat recrutați ca spioni. Numai că ar deveni atât de simplu de recrutat agenți pregătiți să reziste la tortură, încât tortura n-ar mai fi utilizată ca mijloc de stoarcere a informațiilor. Dar în stare sălbatică ar supraviețui oare mai bine asemenea mutanți cu steguleţe roşii, insensibili la durere, decât rivalii lor ale căror creiere cunosc suferința? Ar supraviețui ei ca să-şi transmită genele pentru steguleţele roşii ca substitut al durerii? Chiar lăsând la o parte situațiile speciale implicând tortura şi loialitatea față de ideologii, cred că ne dăm seama lesne că răspunsul corect ar putea fi *nu*. Şi ne putem gândi la echivalente neumane.

Există indivizi aberanți care nu simt durerea[1], şi care de obicei o sfârşesc prost. „Insensibilitatea congenitală la durere cu anhidroză“ (CIPA*) este o afecțiune genetică rară, în care pacienților le lipsesc receptorii de durere din piele (şi nici nu transpiră – asta înseamnă „anhidroză“). Ce-i drept, bolnavii de CIPA nu posedă un sistem de „steguleţe roşii“ încorporat, care să suplinească sistemul de avertizare prin durere, dar în mod normal ar trebui să poată fi învățați să fie la modul cognitiv conştienți de nevoia de a se feri de vătămări corporale – un fel de sistem de steguleţe roşii deprins. În tot cazul, bolnavii de CIPA cad victime unei mulțimi de consecințe neplăcute ale incapacității lor de a resimți durerea: arsuri, rupturi, cicatrice, infecții, apendicite netratate şi zgârieturi pe globii oculari. Lucru neaşteptat, aceştia suferă şi afecțiuni grave ale articulațiilor, pentru că, spre deosebire de noi, ceilalți, nu-şi modifică poziția după ce au stat un timp îndelungat aşezați sau culcați fără să se mişte. Unii pacienți îşi pun ceasul să sune pentru a le reaminti să-şi mai schimbe poziția în timpul zilei.

Chiar dacă un sistem de „steguleţe roşii“ în creier ar putea fi realmente pus în funcțiune, nu pare să existe vreun motiv

---

1. Pentru exemple, vezi http://www.news.bbc.co.uk/2/hi/health/4195437.stm şi http:// www.msnbc.msn.com/id/6379795/. (*N. a.*)

* De la formula din limba engleză *congenital insensitivity to pain with anhidrosis*. (*N. t.*)

pentru care l-ar favoriza selecția naturală, în dauna unui sistem de avertizare prin durere, numai fiindcă e mai puțin neplăcut. Spre deosebire de milostivul nostru proiectant ipotetic, selecției naturale nu-i pasă de intensitatea durerii decât în măsura în care ea afectează supraviețuirea şi reproducerea. Şi, exact aşa cum ne-am aştepta, dacă supraviețuirea celor mai bine dotați, şi nu vreun proiect, se află la baza lumii naturale, aceasta din urmă nu pare să mişte nici măcar un deget pentru a reduce cantitatea totală de suferință. Stephen Jay Gould reflecta la asemenea lucruri într-un elegant eseu despre *Natura non-morală*.[1] De acolo am aflat că bine-cunoscuta repulsie a lui Darwin față de *Ichneumonidae* nu era nici pe departe singulară printre gânditorii victorieni.

Viespile ihneumon, cu obiceiul lor de a-şi paraliza victima fără s-o ucidă, pentru a depune în ea un ou, cu promisiunea că larva o va ronți pe dinăuntru până o va goli de organe, şi cruzimea naturii în general erau preocupări importante ale teodiceei victoriene. E uşor de văzut de ce. Viespea-femelă îşi depune oul în prada insectă vie – într-o omidă, de pildă –, nu înainte însă de a scormoni cu acul după fiecare ganglion nervos, aşa încât prada să rămână paralizată, dar vie. Trebuie s-o țină în viață ca să-i furnizeze carne proaspătă larvei de viespe care creşte înăuntrul omizii. Iar larva are grijă să-i mănânce organele interne într-o ordine judicioasă. Începe cu depozitele de grăsime şi cu organele digestive, lăsând inima vitală şi sistemul nervos pentru la urmă – îi sunt necesare ca să mențină omida în viață. Revin la întrebarea teribilă a lui Darwin: cărui proiectant milostiv i-ar putea măcar trece prin minte aşa ceva? Nu ştiu dacă omizile simt durerea. Sper din tot sufletul că nu. Dar ce ştiu este că selecția naturală n-ar mişca un deget pentru a le atenua durerea, dacă acelaşi lucru poate fi făcut mai economic, paralizându-le pur şi simplu mişcările.

1. Eseul este reprodus în Gould (1983). (*N. a.*)

Gould îl citează pe reverendul William Buckland, un geolog de frunte din secolul XIX, care-şi găsea consolarea izbutind să atribuie o doză de optimism suferinţei provocate de carnivore:

Ca modalitate obişnuită de încheiere a vieţii animalelor, moartea adusă de carnivore pare aşadar, prin rezultatele ei, o revărsare de milostenie; ea scuteşte mult din cantitatea totală de durere a morţii universale; reduce, ba chiar aproape anulează, în regnul animalelor suferinţa bolii, rănile accidentale, degenerescenţa lentă; impune o constrângere bine-venită asupra creşterii numerice excesive, aşa încât oferta de hrană rămâne mereu într-un raport corect cu cererea. Rezultatul este că suprafaţa pământului şi adâncurile apelor sunt veşnic populate cu o puzderie de fiinţe însufleţite care se bucură de viaţă pe toată durata ei, împlinindu-şi rostul pentru care au fost create.

Zău aşa, ce bine trebuie să le fie!

13

Există o măreție în această viziune asupra vieții

Spre deosebire de bunicul său evoluționist Erasmus, a cărui poezie ştiinţifică a fost – oarecum surprinzător, aş zice eu – admirată de Wordsworth şi Coleridge, Charles Darwin nu era cunoscut ca poet, însă există un crescendo liric în ultimul paragraf din *Originea speciilor*:

Astfel, din bătăliile naturii, din foamete şi moarte[1] decurge în mod direct cel mai important lucru pe care-l putem concepe, şi anume producerea animalelor superioare. Există o măreție în această viziune asupra

1. Darwin spunea că Thomas Malthus a fost cel care l-a inspirat inițial în privința selecției naturale şi se prea poate ca tocmai pentru această frază inspirația să-i fi venit de la următorul pasaj apocaliptic, asupra căruia şi mie mi-a atras atenția prietenul meu Matt Ridley: „Foametea pare să fie cea din urmă şi cea mai înfricoşătoare dintre toate resursele naturii. Puterea populației este într-atâta superioară puterii aflate în pământ de a produce mijloace de subzistență pentru om, încât moartea prematură trebuie să viziteze într-o formă sau alta specia umană. Viciile omenirii sunt active şi capabile să mijlocească depopularea. Sunt precursorii armatei celei mari a distrugerii şi adesea dau ele însele cumplita lovitură de grație. Dar, dacă ele nu reuşesc să câştige acest război al exterminării, atunci anotimpurile maladive, epidemiile, pestilența şi ciuma fac pasul înainte, într-o teribilă desfăşurare de forțe, şi mătură şi ele mii şi zeci de mii de oameni. Presupunând că victoria lor rămâne incompletă, o foamete inevitabilă şi nemăsurată vine în ariergardă şi, dintr-o singură lovitură zdravănă, aduce populația la nivelul rezervelor de hrană ale lumii.“ (*N. a.*)

vieții, cu numeroasele ei forțe, însuflețite inițial în câteva forme sau numai într-una singură; și în timp ce planeta noastră își continuă rotația după legea imuabilă a gravitației, nenumărate forme dintre cele mai frumoase și mai minunate, apărute dintr-un început atât de simplu, au evoluat și continuă încă să evolueze. (Darwin, 1859, p. 490.)

Multe lucruri profunde se află în acest celebru paragraf, și vreau să închei analizându-le unul câte unul.

„DIN BĂTĂLIILE NATURII, DIN FOAMETE ȘI MOARTE“

Spirit lucid ca întotdeauna, Darwin recunoştea paradoxul moral aflat în miezul marii sale teorii. Nu s-a ferit de cuvinte, dar a adăugat o reflecție atenuantă: natura nu are intenții rele. Lucrurile nu fac decât să urmeze „legile acționând în jurul nostru“, pentru a cita o propoziție anterioară din acelaşi paragraf. Ceva asemănător spusese la sfârşitul capitolului 8 din *Originea speciilor*:

[…] deşi poate că nu e pe deplin logic, mi se pare mult mai satisfăcător să consider instincte ca al puiului de cuc care-şi aruncă din cuib fraţii vitregi, ca al furnicilor care fac sclavi, ca al larvelor de *Ichneumonidae* care se hrănesc cu corpurile vii ale omizilor – nu drept instincte special hărăzite sau create, ci drept mici consecinţe ale unei legi generale care duce la progresul tuturor organismelor –, şi anume înmulţirea, variaţia, supravieţuirea celor mai tari şi pieirea celor mai slabi. (Darwin, 1859, p. 243)

Am pomenit deja de repulsia lui Darwin – răspândită printre mulți dintre contemporanii săi – față de obiceiul femelei de viespe ihneumon de a-şi înțepa victima aşa încât să paralizeze, dar să nu moară, pentru ca astfel să păstreze carnea proaspătă, iar larvele ei s-o poată mânca de vie dinăuntru. Să nu uităm că lui Darwin i-a fost imposibil să-şi imagineze un creator capabil să conceapă un asemenea comportament. Dar dacă pe scaunul

şoferului stă selecția naturală, totul devine clar, inteligibil şi rațional. Selecției naturale nu-i pasă câtuşi de puțin de traiul confortabil. Şi de ce i-ar păsa? Pentru ca un lucru să se petreacă în natură, singura cerință este ca acelaşi lucru să se fi petrecut în vremuri de demult, asigurând supraviețuirea genelor care-l fac posibil. Supraviețuirea genelor e o explicație suficientă pentru cruzimea viespilor şi pentru indiferența nemiloasă a întregii naturi – suficientă şi mulțumitoare pentru intelectul omului, chiar dacă nu şi pentru compasiunea lui.

Da, există o măreție în această viziune asupra vieții, ba chiar şi un fel de măreție în seninătatea indiferentă a naturii față de suferința care decurge inexorabil din principiul ei călăuzitor, supraviețuirea celor mai adaptați. Teologii vor strâmba din nas la acest ecou al unui cunoscut subterfugiu din teodicee, care vede în suferință corolarul inevitabil al liberului-arbitru. Pe de altă parte, biologii nu vor găsi deplasat termenul *inexorabil* atunci când vor medita – pornind, poate, de la raționamentul meu cu „steguleț roşu“ din capitolul anterior – la funcția biologică a capacității de a suferi. Dacă animalele nu suferă înseamnă că nu se lucrează destul de insistent la supraviețuirea genelor.

Ca toți ceilalți oameni, oamenii de ştiință au şi ei dreptul să se revolte în fața cruzimii şi să deteste suferința. Dar oamenii de ştiință mari precum Darwin îşi dau seama că adevărurile lumii reale, oricât de dezgustătoare ar fi, trebuie privite în față. Mai mult, dacă e vorba să admitem considerațiile subiective, există o anumită fascinație în logica oarbă prezentă în întreaga lume vie, din care fac parte şi viespile călăuzite către ganglionii nervoşi ai prăzii, şi puii de cuc care-şi aruncă din cuib frații vitregi (vorba lui Chaucer: „Ucigaşule, tu, al mierlei de pe cracă“*), şi furnicile stăpâne de sclavi, precum şi indiferența autistă în fața suferinței dovedite de toți paraziții şi prădătorii. Ca să-şi

* În original, citatul din Chaucer este în engleza medievală. (*N. t.*)

consoleze cititorii, Darwin făcea un pas înapoi, încheind astfel capitolul despre lupta pentru supraviețuire:

Tot ce putem face este să avem mereu în minte că orice organism se străduieşte să se înmulţească în proporţie geometrică; că fiecare într-o anumită perioadă a vieţii sale, într-un anumit anotimp al anului, în cadrul fiecărei generaţii sau la intervale, trebuie să lupte pentru viaţă şi să suporte mari distrugeri. Dacă reflectăm asupra acestei lupte ne putem mângâia cu convingerea certă că războiul din natură nu-i neîntrerupt, că nu se simte teamă[1], că moartea este în general rapidă şi că exemplarele viguroase, sănătoase şi fericite supraviețuiesc şi se înmulţesc. (Darwin, 1859, p. 78).

Împuşcarea mesagerului e una dintre metehnele omenirii, şi pe ea se bazează în bună măsură opoziția la evoluție despre care am vorbit în introducere. „Învaţă-i pe copii că sunt animale, şi ei se vor comporta ca nişte animale.“ Chiar dacă ar fi adevărat că evoluția (sau predarea ei) a încurajat imoralitatea, nu înseamnă că teoria evoluției e falsă. Este uimitor câți oameni nu pricep asta. Eroarea e atât de obişnuită, încât are şi un nume: *argumentum ad consequentiam* – cutare lucru este adevărat (sau fals), în funcție de cât de mult îmi plac (sau îmi displac) mie consecințele lui.

„CEL MAI IMPORTANT LUCRU PE CARE-L PUTEM CONCEPE“

Să fie, oare, „producerea animalor superioare“ cu adevărat „cel mai important lucru pe care-l putem concepe“? *Cel mai* important? Chiar aşa? Nu există oare lucruri mai importante? Arta? Spiritualitatea? *Romeo şi Julieta*? Relativitatea generală? *Simfonia a IX-a* de Beethoven? Capela Sixtină? Iubirea?

1. Aş vrea eu să pot crede aşa ceva… (*N. a.*)

Să nu uităm că, deşi personal era un om de o mare modestie, Darwin nutrea ambiții înalte. Din perspectiva lui asupra lumii, tot ce ține de mintea omului, toate sentimentele şi pretențiile noastre intelectuale, toate artele şi matematicile, filozofia şi muzica, toate realizările intelectului şi ale spiritului sunt produsul aceluiaşi proces care a dus la apariția animalelor superioare. Nu-i vorba numai că, fără un creier evoluat, spiritualitatea şi muzica ar fi imposibile. Creierele au fost în mod natural selectate pentru a-şi creşte capacitatea şi puterea în scopuri utilitare, până când acele facultăți superioare ale intelectului şi spiritului au apărut ca produse secundare şi au înflorit în mediul cultural oferit de traiul în comun şi de limbaj. Viziunea darwinistă asupra lumii nu demonetizează facultățile umane superioare, nu le „reduce“ într-un plan nedemn. Nici măcar nu pretinde să le explice la un nivel aparent satisfăcător, aşa cum, de pildă, e satisfăcătoare explicația darwinistă pentru omida care imită un şarpe. Ceea ce afirmă ea este că a spulberat misterul de nepătruns – dar n-avea rost să încerci să-l pătrunzi – care a bântuit toate eforturile dinaintea lui Darwin de a înțelege viața.

Darwin însă n-are nevoie de apărarea mea, şi voi trece peste întrebarea dacă producerea animalor superioare e cel mai important lucru pe care-l putem concepe, sau doar un lucru foarte important. Ce vrea totuşi să însemne afirmația asta? Oare producerea animalelor superioare „decurge în mod direct“ din bătăliile naturii, din foamete şi moarte? Ei bine, da. Ea decurge în mod direct, dacă înțelegi raționamentul lui Darwin, dar nimeni nu l-a înțeles până în secolul XIX. Mulți nu-l înțeleg nici acum – sau poate nu vor să-l înțeleagă. Nu e greu de văzut de ce. Dacă stăm şi ne gândim, propria noastră existență, împreună cu explicabilitatea ei postdarwinistă, este probabil cel mai uimitor lucru la care fiecare dintre noi e chemat să mediteze întreaga viață, acum şi întotdeauna. Voi reveni în curând la asta.

„ÎNSUFLEȚITE INIȚIAL“

De mult am pierdut şirul scrisorilor mânioase primite de la cititorii unei cărți anterioare, care mă luau la rost fiindcă – aşa credeau ei – omisesem anume cuvintele esențiale „de Creator“ după „însufleţite“. Nu răstălmăceam eu prin omisiune intenția lui Darwin? Aceşti corespondenți zeloşi uită că marea carte a lui Darwin a cunoscut şase ediții. În prima ediție, fraza apare aşa cum am redat-o eu aici. Cedând probabil presiunilor venite din partea cercurilor religioase, Darwin a introdus acele cuvinte – „de Creator“ – după „insufleţite“ în ediția a doua şi în toate cele următoare. Cu excepția cazurilor în care am motive întemeiate de a proceda altfel, eu citez întotdeauna din prima ediție a *Originii speciilor* – în parte, pentru că volumul meu din acel prim tiraj istoric de 1 250 de exemplare este unul dintre bunurile cele mai de preț pe care le posed şi mi-a fost oferit de mentorul şi prietenul meu Charles Simonyi. Dar şi pentru că prima ediție e cea mai importantă, istoriceşte vorbind. Este cea care a izbit cu pumnul în plexul solar victorian şi l-a făcut să scoată afară aerul stătut de secole. Mai mult, edițiile ulterioare, în special a şasea, au făcut concesii nu doar opiniei publice. În încercarea de a răspunde diverselor critici savante, dar greşit orientate, aduse primei ediții, Darwin a dat înapoi, ba chiar şi-a schimbat radical punctul de vedere în câteva chestiuni importante pe care le prezentase corect prima dată. Prin urmare, „însufleţite inițial“ e corect, fără menționarea vreunui Creator.

Pare-se că Darwin a regretat această cedare în fața convingerilor religioase. Într-o scrisoare din 1863 către Joseph Hooker, prietenul său botanist, spunea: „Dar de mult regret că m-am umilit în fața opiniei publice şi am folosit cuvântul *creație* din Pentateuh, prin care voiam de fapt să spun «apariție» în urma unui proces complet necunoscut“ (Darwin, 1887c). *Creație* este deci termenul din Pentateuh la care se referă Darwin aici. Contextul, aşa cum îl explica Francis Darwin în ediția de scrisori ale tatălui său apărută în 1887, era următorul: Darwin îi scria

lui Hooker pentru a-i mulțumi că-i împrumutase o recenzie a unei cărți a lui Carpenter, în care recenzentul anonim pomenea de „o forță creatoare […] pe care Darwin a putut-o numi numai în termenii Pentateuhului drept forma primordială «în care viața a fost însuflețită inițial»". Astăzi ar trebui să ne dispensăm chiar şi de „însuflețite inițial". Ce se presupune că ar fi fost însuflețit, şi în ce anume? Probabil că Darwin ar fi vrut să se refere la un fel de suflare a vieții[1], dar ce înseamnă asta? Cu cât privim mai atent granița dintre viață şi neviață, cu atât mai vagă devine o asemenea distincție. Viața, ceea ce e însuflețit, se presupunea a avea o anumită vibrație, o pulsație, o esență vitală – care sună şi mai misterios pe franțuzeşte: *élan vital*[2]. Se părea că viața e alcătuită dintr-o substanță vie foarte specială, un fel de fiertură vrăjitorească numită „protoplasmă". Profesorul Challenger, un personaj din cărțile lui Conan Doyle mai puțin credibil decât Sherlock Holmes, a descoperit că Pământul e viu, ca un fel de arici de mare gigantic a cărui crustă e scoarța terestră pe care o vedem, iar miezul e constituit din protoplasmă pură. Până pe la mijlocul secolului XX, s-a crezut că, din punct de vedere calitativ, viața se află dincolo de fizică şi chimie. Acum lucrurile stau altfel. Diferența dintre viață şi neviață nu ține de vreo substanță, ci de *informație*. Organismele vii conțin cantități uimitoare de informație. Cea mai mare parte din această informație o avem codificată digital în ADN, şi mai există cantități importante codificate şi în alte moduri, după cum vom vedea.

---

1. Tradițiile religioase au identificat de mult viața cu suflarea. „Spiritul" vine de la cuvântul latin care înseamnă „răsuflare". În cartea *Genezei*, Dumnezeu îl face mai întâi pe Adam şi pe urmă îl aduce la viață, suflându-i pe nări. Cuvântul ebraic pentru „suflet" este *ruah* sau *ruach* (înrudit cu *ruh* din arabă), care înseamnă tot „suflare, vânt, inspirație". (*N. a.*)

2. Sintagmă formulată în 1907 de filozoful francez Henri Bergson. Întotdeauna mi s-a părut o bijuterie deducția sarcastică a lui Julian Huxley, care spunea că trenurile, în cazul acesta, sunt propulsate de un *élan locomotif*. (*N. a.*)

În cazul ADN-ului, înțelegem destul de bine cum se acumulează conținutul de informație de-a lungul timpului geologic. Darwin a numit selecție naturală acest proces, iar noi îl putem descrie și mai precis drept supraviețuirea nealeatorie a informației care codifică rețetele embriologice pentru chiar această supraviețuire. Se înțelege de la sine că rețetele menite să supraviețuiască au tendința de a supraviețui. Fascinant este că ADN-ul supraviețuiește nu în propria-i materialitate, ci sub forma unor serii nenumărate de cópii. Fiindcă uneori intervin erori de copiere, noi variante pot supraviețui chiar mai bine decât predecesoarele lor, drept care baza de date a informației care codifică rețetele de supraviețuire se îmbunătățește pe măsura trecerii timpului. Aceste îmbunătățiri vor fi vizibile în forma unor mai bune corpuri și alte mecanisme și tehnici de prezervare și propagare a informației codificate. În esență, prezervarea și propagarea informației conținute în ADN înseamnă supraviețuirea și înmulțirea corpurilor care o conțin. De nivelul corpurilor, al supraviețuirii și reproducerii lor s-a ocupat Charles Darwin. Informația codificată în acestea era implicită în viziunea sa asupra lumii, dar a devenit explicită abia în secolul XX.

Baza de date genetică e un depozit de informații privind mediile de viață din trecut, medii în care strămoșii au supraviețuit și și-au transmis mai departe genele care i-au ajutat să supraviețuiască. În măsura în care mediile de viață din prezent și din viitor seamănă cu cele din trecut (și seamănă, în mare măsură), această „carte genetică a morților“ se va dovedi un manual de supraviețuire util atât în prezent, cât și în viitor. Depozitarele acestei informații vor fi în orice moment corpurile individuale, dar pe termen lung, acolo unde reproducerea se face sexuat, iar ADN-ul e plimbat de colo-colo prin corpuri, baza de date a instrucțiunilor de supraviețuire va fi bazinul genetic al speciei.

Genomul oricărui individ din orice generație va reprezenta un eșantion din baza de date a speciei. Diferitele specii vor avea baze de date diferite, pentru că provin din lumi ancestrale

diferite. Baza de date din bazinul genetic al cămilelor va codifica informații despre deşerturi şi despre cum se poate supraviețui în ele. ADN-ul din bazinele genetice ale cârtițelor va conține instrucțiuni şi sugestii privind supraviețuirea în întuneric, într-un sol umed. ADN-ul din bazinele genetice ale prădătorilor va conține tot mai multe informații despre prăzi, tehnicile lor de evitare şi felul în care pot fi păcălite. ADN-ul din bazinele genetice ale prăzilor va ajunge să conțină informații despre diverşii prădători şi cum pot fi ei ocoliți şi depăşiți în viteză. ADN-ul din toate bazinele genetice conține informații despre paraziți şi cum se poate opune rezistență la invazia lor nimicitoare.

Informația despre ce-i de făcut în prezent pentru a supraviețui în viitor e necesarmente extrasă din trecut. Supraviețuirea nealeatorie a ADN-ului în corpurile ancestrale reprezintă modul evident în care informația din trecut e înregistrată pentru a fi utilizată în viitor, iar acesta e modul în care se construieşte baza de date primară a ADN-ului. Există însă alte trei moduri prin care e arhivată informația din trecut, aşa încât să fie utilizată pentru a spori în viitor şansele de supraviețuire. Aceste trei moduri se leagă de sistemul imunitar, de sistemul nervos şi de cultură. Împreună cu aripile, plămânii şi cu celelalte dispozitive utilizate pentru supraviețuire, fiecare dintre cele trei sisteme secundare de acumulare a informației a fost în ultimă instanță prefigurat de cel primar – selecția naturală a ADN-ului. Pe toate la un loc le putem numi „cele patru memorii".

„Memoria numărul unu" este ADN-ul depozitar al tehnicilor de supraviețuire ancestrale, înscrise pe ruloul în continuă desfăşurare care e bazinul genetic al speciei. La fel cum baza de date moştenită a ADN-ului înregistrează detaliile recurente ale mediilor de viață ancestrale şi felul în care trebuie procedat pentru a supraviețui în ele, sistemul imunitar („memoria numărul doi") face acelaşi lucru pentru boli şi alte agresiuni împotriva corpului ivite în cursul vieții trăite de individ. Această bază de date a bolilor din trecut şi a felului cum li se poate supraviețui

este unică pentru fiecare individ şi e înscrisă în repertoriul proteinelor pe care le numim anticorpi – câte o populaţie de anticorpi pentru fiecare patogen (organism care provoacă boala), croită precis pe măsura individului, urmând „experienţele“ trecute, cu proteinele caracteristice patogenului. La fel ca mulţi copii din generaţia mea, am avut şi eu pojar şi vărsat de vânt. Corpul meu „ţine minte“ aceste „experienţe“, amintirile fiind încorporate în proteinele anticorpilor, laolaltă cu tot restul bazei mele personale de date care conţine invadatorii înfrânţi anterior. Din fericire, n-am avut poliomielită, dar ştiinţa medicală a fost suficient de isteaţă şi a născocit vaccinarea, o tehnică de a implanta false amintiri ale unor boli de care individul de fapt n-a suferit. Nici nu voi contracta vreodată poliomielita, corpul meu „crezând“ că a suferit de ea în trecut, şi baza de date a sistemului meu imunitar fiind echipată cu anticorpii corespunzători, pe care-i produce pentru că e „păcălit“ de inocularea cu o versiune inofensivă a virusului. Fascinant este că, aşa cum au demonstrat cercetările diverşilor laureaţi Nobel, baza de date a sistemului imunitar e construită printr-un proces cvasidarwinist de variaţie aleatorie şi selecţie nealeatorie. Dar, în acest caz, selecţia nealeatorie nu înseamnă selecţia corpurilor pentru capacitatea lor de a supravieţui, ci selecţia proteinelor *din interiorul* corpurilor pentru capacitatea lor de a captura şi neutraliza proteinele invadatoare.

„Memoria numărul trei“ este cea la care ne gândim de regulă când folosim acest cuvânt: memoria localizată în sistemul nervos. Prin intermediul unor mecanisme pe care nu le înţelegem deocamdată complet, creierul nostru păstrează un depozit de experienţe trecute, în paralel cu „memoria“ sub formă de anticorpi a bolilor trecute şi cu „memoria“ conţinută în ADN (putem s-o considerăm astfel) a morţilor şi reuşitelor ancestrale. În accepţiunea ei cea mai simplă, „memoria numărul trei“ operează printr-un proces de încercări şi eşecuri, pentru care se poate face iarăşi comparaţia cu selecţia naturală. Când îşi caută

hrana, un animal „încearcă“ diferite acțiuni. Deşi nu e strict aleatorie, etapa aceasta de încercări e un analog rezonabil al mutației genetice. Analogul selecției naturale este „consolidarea“, sistemul de recompense (consolidare pozitivă) şi pedepse (consolidare negativă). O acțiune precum răvăşitul frunzelor moarte (încercare) poate scoate la iveală larve de gândaci sau păduchi de lemn care se ascund sub ele (recompensă). Sistemul nervos are o regulă care spune: „Orice acțiune de tipul unei încercări urmate de o recompensă trebuie repetată. Orice acțiune de tipul unei încercări care nu-i urmată de nimic sau, mai rău, e urmată de o pedeapsă cum ar fi durerea, trebuie evitată.“

Dar memoria creierului trece cu mult dincolo de acest proces cvasidarwinist de supraviețuire nealeatorie a unor acțiuni recompensate şi eliminare a celor pedepsite, din repertoriul unui animal. Memoria creierului (fără ghilimele aici, pentru că e sensul primar al termenului) este şi vastă, şi vie – cel puțin în cazul creierului uman. Ea conține scene amănunțite, reprezentate într-un simulacru intern al tuturor celor cinci simțuri. Conține liste de chipuri, locuri, melodii, cutume sociale, reguli, cuvinte. Fiecare şi-o cunoaşte bine din interior, aşa că nu mai trebuie s-o evoc eu făcând risipă de cuvinte; poate doar să observ un fapt remarcabil: lexiconul de cuvinte aflat la dispoziția mea, când scriu, şi dicționarul identic, sau cel puțin suprapus în foarte mare măsură pe el, aflat la dispoziția cititorului, când îmi parcurge scrierea – amândouă rezidă în aceeaşi amplă bază de date neuronală, laolaltă cu toate regulile sintactice folosite pentru a le orândui în fraze, respectiv a le descifra.

Mai mult, memoria numărul trei, cea din creier, a zămislit-o pe a patra. Baza de date din creierul meu conține mai mult decât o simplă arhivă de întâmplări şi senzații din viața mea personală – deşi aceasta era limita când creierele noastre au început să se dezvolte. Creierul meu conține şi amintiri colective, moştenite pe cale negenetică de la generațiile trecute şi transmise mai departe întâi din gură în gură, apoi prin cărți, iar astăzi prin

Internet. Lumea în care trăim e mult mai bogată grație celor care au trăit înaintea noastră şi au lăsat o urmă a trecerii lor, prin impactul pe care l-au avut asupra bazei de date a culturii umane: Newton şi Marconi, Shakespeare şi Steinbeck, Bach şi Beatleşii, Stephenson şi frații Wright, Jenner şi Salk, Curie şi Einstein, von Neumann şi Berners-Lee. Şi, bineînțeles, Darwin.

Toate cele patru memorii sunt fie părți, fie manifestări ale acelei vaste suprastructuri de mijloace de supraviețuire, construită inițial şi în primul rând prin procesul darwinist al supraviețuirii nealeatorii a ADN-ului.

„ÎN CÂTEVA FORME SAU NUMAI ÎNTR-UNA SINGURĂ“

Darwin a avut dreptate când s-a abținut să pună pariuri, dar ştim azi aproape cu certitudine că toate ființele vii de pe această planetă sunt descendente ale unui unic strămoş. După cum am văzut în capitolul 10, dovada este că există un cod genetic universal, aproape identic, indiferent dacă vorbim de animale, plante, ciuperci, bacterii, organisme unicelulare şi virusuri. Dicționarul de 64 de cuvinte, prin care secvențele de trei litere ale ADN-ului sunt traduse în douăzeci de aminoacizi şi un semn de punctuație care înseamnă „începe să citeşti de aici“ sau „nu mai citi de aici“, este acelaşi dicționar de 64 de cuvinte, indiferent unde am căuta în lumea vie (ce-i drept, există una sau două excepții, prea mărunte însă pentru a submina generalizarea). Dacă, să zicem, ar fi descoperiți nişte microbi stranii şi nelalocul lor, zişi „nepăsariote“*, care n-ar folosi ADN-ul, sau n-ar folosi proteine, sau ar folosi proteine, dar le-ar alcătui

* În original, *harumscaryotes*, de la expresia *harum-scarum* (probabil derivată din *to hare and scare*, „a hărțui şi a speria“), cu sensul de „indiferență, nepăsare“. Traducerea încearcă să redea, fie şi parțial, jocul de cuvinte, cu un echivalent românesc virtual. (*N. t.*)

dintr-un alt set de aminoacizi decât cei douăzeci obişnuiți, sau ar folosi ADN-ul, dar nu sub forma unui cod de tripleți, sau ar avea un cod de tripleți, dar nu şi acelaşi dicționar de 64 de cuvinte – dacă deci ar îndeplini oricare dintre aceste condiții, am putea bănui că există două origini ale vieții: una pentru „nepăsariote", şi una pentru tot restul lumii vii. Din câte se ştiau pe vremea lui Darwin – ba chiar din câte se ştiau înainte să fie descoperit ADN-ul –, unele ființe vii ar fi putut avea proprietățile pe care le-am atribuit eu aici „nepăsariotelor"; în care caz, expresia lui „câteva forme" şi-ar fi găsit justificarea.

E posibil ca două origini independente ale vieții să fi nimerit amândouă acelaşi cod de 64 de cuvinte? Foarte puțin probabil. Ca să fie plauzibil aşa ceva, codul existent ar trebui să prezinte nişte avantaje puternice față de codurile alternative, şi ar trebui să existe o pantă de îmbunătățiri treptate care să conducă la el, o pantă pe care s-o urce selecția naturală. Ambele condiții sunt improbabile. Francis Crick spunea mai demult despre codul genetic că este un „accident înghețat" care, odată instalat, a fost greu sau imposibil de modificat. Raționamentul e interesant. Orice mutație în codul genetic (spre deosebire de mutațiile din genele pe care le codifică) ar avea un efect catastrofal instantaneu, nu numai într-o parte a organismului, ci în tot organismul. Dacă vreun cuvânt din acel dicționar de 64 de cuvinte şi-ar schimba sensul aşa încât să desemneze un alt aminoacid, atunci practic fiecare proteină s-ar modifica instantaneu, probabil în multe locuri din corp. Spre deosebire de o mutație obişnuită, care ar putea, de pildă, alungi un picior, scurta o aripă sau întuneca un ochi, o schimbare în codul genetic ar modifica brusc totul, în întregul corp, ceea ce ar fi un dezastru. Diverşi teoreticieni au avansat ipoteze ingenioase privind modul în care ar putea evolua codul genetic – modul în care, pentru a-l cita pe unul dintre ei, „accidentul înghețat" s-ar dezgheța (v. Söll şi Raj Bhandary, 2006). Oricât de interesante ar fi asemenea idei, cred că e aproape cert că toate ființele vii al căror cod genetic

a fost studiat provin din acelaşi strămoş comun. Oricât de complicate şi diferite ar fi programele de nivel înalt care se află la baza diverselor forme de viaţă, în mod fundamental toate sunt scrise în acelaşi cod-maşină.

Desigur, nu putem exclude cu totul posibilitatea ca alte coduri-maşină să fi apărut la fiinţe acum dispărute – echivalentul „nepăsariotelor“ mele. Fizicianul Paul Davies (v. Davies şi Lineweaver, 2005) spune că n-am căutat foarte atent pentru a vedea dacă nu cumva există „nepăsariote“ (evident, el n-a folosit acest cuvânt) care încă n-au dispărut, ci stau ascunse într-un cotlon greu accesibil al planetei. Davies recunoaşte că e puţin probabil, dar susţine că e mult mai uşor şi mai ieftin să scotocim pe planeta noastră decât să călătorim pe alte planete şi să căutăm acolo. Între timp, îmi permit să cred că profesorul Davies nu va găsi nimic şi că toate formele de viaţă care au supravieţuit pe această planetă folosesc acelaşi cod-maşină şi descind cu toate dintr-un strămoş unic.

„ÎN TIMP CE PLANETA NOASTRĂ ÎȘI CONTINUĂ ROTAȚIA DUPĂ LEGEA IMUABILĂ A GRAVITAȚIEI“

Oamenii au observat ciclurile care guvernează viețile noastre cu mult înainte să le înțeleagă. Cel mai frapant dintre ele e ciclul zi/noapte. Obiectele care plutesc prin spațiu sau orbitează în jurul altor obiecte cosmice conform legii gravitației au tendința naturală de a se roti în jurul propriilor axe. Sunt și excepții, dar planeta noastră nu se numără printre ele. Perioada ei de rotație este acum de 24 de ore (în trecut a fost mai mică), iar noi o resimțim prin succesiunea zi/noapte.

Pentru că trăim pe o planetă relativ mare, gravitația este pentru noi, înainte de toate, acea forță care atrage orice obiect către centrul planetei, direcție pe care o numim „jos“. Newton a fost primul care a înțeles că gravitația are efectul ubicuu de a menține

corpurile din întregul univers pe orbite cvasipermanente în jurul altor corpuri. Resimțim acest fenomen ca pe ciclul anual al anotimpurilor, pe măsură ce planeta orbitează în jurul Soarelui.[1] Dat fiind că axa de rotație a planetei noastre e înclinată față de planul rotației sale în jurul Soarelui, avem parte de zile mai lungi şi nopți mai scurte în jumătatea de an în care emisfera pe care se întâmplă să trăim e îndreptată spre Soare, perioada culminantă fiind vara. Şi avem parte de zile mai scurte şi nopți mai lungi în cealaltă jumătate de an, perioada culminantă fiind iarna. În timpul iernii din emisfera noastră, razele Soarelui ajung la noi sub un unghi mai ascuțit. Iarna, un fascicul de raze se răspândeşte deci pe o suprafață mai mare decât cea pe care s-ar răspândi vara, şi, cum pe un centimetru pătrat cad mai puțini fotoni, e mai frig. Mai puțini fotoni ajunşi pe o frunză înseamnă mai puțină fotosinteză. Zilele mai scurte şi nopțile mai lungi au acelaşi efect. Iarnă şi vară, zi şi noapte, viețile ne sunt guvernate de cicluri, aşa cum a spus Darwin, iar înaintea lui Cartea Facerii: „câte zile va avea pământul, semănat şi secerat, frig şi căldură, vară şi iarnă, ziuă şi noapte nu vor mai înceta“*.

Gravitația determină şi existența altor cicluri importante pentru viață, deşi sunt mai puțin evidente. Spre deosebire de alte planete, care au numeroşi sateliți, adeseori relativ mici, Pământul are un singur satelit, Luna, suficient de mare pentru a

---

1. Cu o fascinație îngrozită, de parcă mi-aş scărpina o mâncărime sau mi-aş apăsa un dinte dureros, mă întorc la sondajul de opinie prezentat în Apendice, care arată că 19% dintre britanici nu ştiu ce este un an şi cred că Pământul se roteşte în jurul Soarelui o dată în fiecare lună. Chiar şi dintre cei care înțeleg ce este un an, un procentaj încă şi mai mare habar n-au ce provoacă anotimpurile, presupunând, cu un şovinism nord-emisferic foarte răspândit, că suntem cel mai aproape de Soare în iunie şi cel mai departe în decembrie. (*N. a.*)

* Pasaj citat după *Biblia sau Sfânta Scriptură*, ediție jubiliară a Sfântului Sinod, versiune diortosită după *Septuaginta*, de Mitropolitul Bartolomeu, Bucureşti, Editura Institutului Biblic şi de Misiune al Bisericii Ortodoxe Române, 2001. (*N. t.*)

exercita un efect gravitațional important. Resimțim acest efect în primul rând prin ciclul mareelor: nu numai ciclul relativ rapid în care fluxul şi refluxul se succedă zilnic, dar şi ciclul lunar mai lent al mareelor înalte şi mareelor joase, provocat de interacțiunile combinate ale Soarelui şi Lunii. Aceste cicluri mareice sunt importante mai ales pentru organismele marine şi cele de coastă, iar oamenii s-au întrebat dacă nu cumva o anume formă de amintire a originilor noastre acvatice supraviețuieşte în ciclurile noastre lunare de reproducere. E o speculație, desigur, dar ne putem întreba cât de diferită ar fi fost viața dacă n-ar fi existat Luna (v. Comins, 1993). S-a spus chiar că viața pe Pământ ar fi fost imposibilă în absența Lunii – ceea ce mi se pare exagerat.

Ce s-ar întâmpla însă dacă planeta noastră nu s-ar roti în jurul propriei axe? Dacă ar sta permanent cu față îndreptată spre Soare, cum stă Luna în raport cu Pământul, jumătatea unde e mereu zi ar fi ca un iad încins, iar în jumătatea unde e mereu noapte ar fi cumplit de frig. Ar putea rezista viața în penumbra zonei dintre ele sau în subteran? Mă îndoiesc că ar fi apărut în asemenea condiții neprielnice, dar dacă Pământul s-ar opri treptat din rotație, ar fi suficient timp pentru adaptare, şi e posibil ca unele bacterii să supraviețuiască.

Dar dacă Pământul s-ar roti în jurul unei axe care nu e înclinată? Cred că viața ar fi în continuare cu putință. N-ar exista cicluri vară/iarnă. Condițiile estivale şi hibernale ar depinde de latitudine şi altitudine, nu de timp. Iarna ar fi anotimpul permanent resimțit de ființele care trăiesc în apropierea celor doi poli sau în munții înalți. Nu văd vreun motiv pentru care viața să fie imposibilă, dar în absența anotimpurilor ea ar fi mai puțin interesantă. N-ar exista îndemnul de a migra sau de a se reproduce într-o anumită perioadă a anului şi nu în alta, sau de a lepăda frunzele, de a năpârli ori de a hiberna.

Dacă planeta n-ar orbita în jurul unei stele, viața ar fi cu desăvârşire imposibilă. Planeta ar fi atunci condamnată să hălăduiască prin vid – prin beznă, la o temperatură apropiată de

zero absolut, în singurătate, departe de sursa de energie care-i permite vieții să se strecoare în amonte, temporar şi local, împotriva torentului termodinamic. Cuvintele lui Darwin „rotația după legea imuabilă a gravitației" sunt mai mult decât o descriere poetică a neînchipuit de lentei scurgeri a timpului.

Rămânerea pe orbită în jurul unei stele e singura modalitate prin care un corp ceresc se poate menține la o distanță relativ constantă de o sursă de energie. În vecinătatea oricărei stele – iar Soarele nostru e o stea tipică – există o zonă finită, scăldată în căldură şi lumină, unde e posibilă evoluția vieții. Pe măsură ce ne îndepărtăm de o stea, zona locuibilă dispare rapid, urmând celebra lege a inversului pătratului: lumina şi căldura nu scad proporțional cu distanța până la stea, ci cu pătratul distanței. E simplu de înțeles de ce. Să ne imaginăm sfere concentrice de rază tot mai mare în jurul unei stele. Energia radiată de stea se răspândeşte în interiorul unei sfere şi se „împarte" uniform pe fiecare centimetru pătrat al suprafeței interioare a sferei. Suprafața sferei e proporțională cu pătratul razei, după cum ştie orice elev de şcoală. Aşadar, dacă sfera B e la o distanță de două ori mai mare de stea decât sfera A, fotonii se „împart" pe o suprafață de patru ori mai mare. Iată de ce Mercur şi Venus, planetele cele mai apropiate de Soare din sistemul nostru solar, sunt pârjolite, iar cele mai îndepărtate, Neptun şi Uranus, sunt reci şi întunecate – dar nu chiar atât de reci şi întunecate ca spațiul interstelar.

Legea a doua a termodinamicii afirmă că, deşi energia nu poate fi nici creată, nici distrusă, ea poate – iar într-un sistem închis, trebuie – să-şi piardă din capacitatea de a lucra util: e un alt fel de a spune că „entropia" creşte. „A lucra" înseamnă, de pildă, să pompeze apa la deal sau – echivalentul chimic – să extragă carbonul din bioxidul de carbon atmosferic şi să-l folosească în țesuturile plantelor. Aşa cum arătam în capitolul anterior, asemenea „lucrări" nu se pot realiza decât alimentând sistemul cu energie – cu energie electrică, în cazul pompei care trebuie să urce apa la deal, sau cu energie solară, care să ajute

la sintetizarea zahărului şi amidonului într-o plantă verde. Odată ajunsă în vârful dealului, apa va avea tendința să curgă la vale, iar o parte din energia căderii de apă poate fi folosită pentru a pune în mişcare o turbină care va genera electricitate, care poate fi folosită la alimentarea unui motor electric pentru a pompa o parte din apă iarăşi la deal – dar numai o parte! O parte din energie se pierde întotdeauna, însă nu e niciodată distrusă. Nu poți construi un perpetuum mobile.

În chimia vieții, carbonul extras din aer prin reacțiile chimice induse de Soare care-l fac să „urce dealul“ în interiorul plantelor poate fi ars pentru a elibera o parte din energie. Poate fi ars literalmente sub formă de cărbune – energie solară pusă la păstrare, din moment ce a fost depozitată sub pământ de panourile solare ale unor plante moarte încă din carbonifer şi din alte epoci străvechi. Energia poate fi eliberată şi într-un mod mai controlat decât combustia propriu-zisă. În celulele vii ale plantelor, sau ale animalelor care mănâncă plante, sau ale animalelor care mănâncă animale care mănâncă plante (etc.), compuşii carbonului ard lent. În loc să izbucnească în flăcări, ei îşi cedează energia picătură cu picătură în mod util, ajutând la declanşarea controlată a reacțiilor chimice „în amonte“. Inevitabil, o parte din această energie se pierde sub formă de căldură – dacă nu s-ar pierde, am avea un perpetuum mobile, ceea ce e imposibil (o repet de fiecare dată când am ocazia).

Aproape întreaga energie din univers e continuu degradată de la forme capabile să „lucreze“ la forme incapabile să „lucreze“. Există un proces de nivelare, de amestecare, până când universul întreg va ajunge la o liniştită (la propriu) şi calmă „moarte termică“. Dar câtă vreme universul se rostogoleşte la vale către inevitabila moarte termică, e cu putință ca mici cantități de energie să împingă mici sisteme locale în direcția opusă. Apa din mare e ridicată în aer sub formă de nori, care mai târziu îşi revarsă conținutul de apă pe vârfurile munților, de unde aceasta se rostogoleşte la vale sub forma pâraielor şi râurilor,

care pun în mişcare roți de moară sau turbine electrice. Energia cu care apa e ridicată din mare (şi pune în funcțiune hidrocentralele) provine de la Soare. Nu-i o violare a legii a doua a termodinamicii, pentru că energia e continuu asigurată de Soare. Energia Soarelui face un lucru asemănător în frunzele verzi, declanşând local reacții chimice „în amonte“ pentru a produce zahăr, amidon, celuloză şi țesut vegetal. În cele din urmă, plantele mor sau sunt mâncate mai întâi de animale. Energia solară înmagazinată în ele are ocazia să se scurgă prin numeroase cascade, printr-un lung şi complex lanț trofic, culminând cu descompunerea plantelor sau animalelor de către bacterii şi fungi. Se mai poate şi ca o parte din energie să fie sechestrată în subteran sub formă de turbă, iar apoi de cărbune. Dar tendința universală către moartea termică finală nu e niciodată inversată. În fiecare verigă a lanțului trofic şi în fiecare cascadă minusculă din fiecare celulă, o parte din energie e degradată, devenind nefolositoare. Un perpetuum mobile este impo… – gata, am repetat destul, dar nu-mi voi cere scuze pentru că-l citez pe Arthur Eddington, aşa cum am mai făcut-o şi în altă carte:

> Dacă cineva îți arată că teoria ta preferată despre univers e în dezacord cu ecuațiile lui Maxwell – cu atât mai rău pentru ecuațiile lui Maxwell. Dacă e contrazisă de observații… mă rog, experimentatorii mai încurcă lucrurile. Dar dacă contrazice legea a doua a termodinamicii, n-are nici o şansă; nu-i rămâne decât să se prăbuşească în cea mai neagră umilință.

Când creaționiştii spun – aşa cum o fac adesea – că teoria evoluției contrazice legea a doua a termodinamicii, nu ne spun decât că ei nu pricep legea a doua a termodinamicii (că nu pricep evoluția ştiam deja). Soarele face să nu existe nici o contradicție!

Întregul sistem, indiferent dacă vorbim despre viață sau despre apa care se ridică la nori, iar apoi cade, depinde în ultimă instanță de fluxul constant de energie provenind de la Soare. Fără să încalce legile fizicii şi ale chimiei – necum legea a doua

a termodinamicii! –, energia solară dă forță vieții ca să întindă şi să împingă legile fizicii şi ale chimiei pentru a crea minuni de complexitate, diversitate şi frumusețe, precum şi strania iluzie a improbabilității statistice şi a proiectului deliberat. Atât de convingătoare e iluzia, încât vreme de secole a păcălit mințile noastre cele mai strălucite, până când a intrat în scenă Charles Darwin. Selecția naturală este o pompă a improbabilului, un proces care generează ceea ce e statistic improbabil. Ea captează sistematic un număr mic de schimbări aleatorii care au datele necesare supraviețuirii şi le acumulează, pas minuscul cu pas minuscul, la o scară de timp inimaginală, până când evoluția urcă în cele din urmă munți întregi de improbabilitate şi diversitate, piscuri a căror înălțime şi anvergură par să nu cunoască limite, ceea ce eu metaforic am numit „Muntele Improbabilității". Pompa improbabilului a selecției naturale, care împinge complexitatea lumii vii să urce „Muntele Improbabilității", este un fel de echivalent statistic al energiei Soarelui care ridică apa în vârful unui munte convențional.[1] Viața evoluează către o mai mare complexitate numai pentru că selecția naturală o împinge local de la ceea ce e statistic probabil la ceea ce e improbabil. Iar acest lucru este posibil numai grație energiei furnizate continuu de Soare.

„DINTR-UN ÎNCEPUT ATÂT DE SIMPLU"

Ştim astăzi mult mai multe decât ştia Darwin despre felul în care a operat evoluția încă de la începutul ei. În schimb, ştim doar cu foarte puțin mai mult decât ştia Darwin despre felul în care a început evoluția. Cartea de față prezintă dovezi, iar noi

1. Deloc întâmplător, atunci când Claude Shannon şi-a conceput sistemul de măsurare a informației, care este în sine o măsură a improbabilității statistice, el a nimerit exact aceeaşi formulă matematică la care ajunsese şi Ludwig Boltzmann pentru entropie în secolul anterior. (*N. a.*)

nu avem nici o dovadă legată de evenimentul crucial prin care a început evoluția pe planeta noastră. A fost pesemne un eveniment de o supremă raritate. E suficient să fi avut loc o dată, şi, din câte ştim, a avut loc într-adevăr o singură dată. E posibil chiar să fi avut loc o singură dată în întregul univers, dar eu mă îndoiesc. Ce putem spune este că, bazându-se doar pe logică, nu pe dovezi, Darwin a avut clarviziunea să spună „dintr-un început atât de simplu". Opusul simplității e improbabilitatea statistică. Lucrurile improbabile statistic nu apar în mod spontan – asta înseamnă improbabil statistic. Începutul trebuie să fi fost simplu, iar evoluția prin selecție naturală este deocamdată singurul proces cunoscut prin care origini simple pot conduce la rezultate complexe.

În *Originea speciilor* Darwin n-a vorbit despre felul în care a început evoluția. Problema i s-a părut a fi dincolo de știința vremii lui. În scrisoarea către Hooker din care am citat deja, el spunea mai departe: „E pur şi simplu o prostie să ne gândim acum la originea vieții; am putea la fel de bine să ne gândim la originea materiei." Nu a exclus posibilitatea ca problema să fie în cele din urmă rezolvată (problema originii materiei a fost în mare măsură rezolvată), dar numai într-un viitor îndepărtat: „Va trece mult până să vedem «mâlul, protoplasma etc.» generând un nou animal." În acest punct al ediției scrisorilor tatălui său, Francis Darwin a inserat o notă de subsol în care spune:

> Pe aceeaşi temă, tatăl meu scria în 1871: „Se spune adesea că toate condițiile pentru cea dintâi producere a unui organism viu care au fost prezente vreodată sunt prezente şi acum. Dar dacă (vai, ce mare e acest *dacă*!) ne-am putea imagina că în vreun iaz mic şi cald, cu tot felul de săruri de amoniu şi de fosfor, cu lumină, căldură, electricitate etc., s-ar forma pe cale chimică un compus proteic pregătit să sufere schimbări şi mai complexe, atunci în ziua de azi o asemenea materie ar fi instantaneu devorată sau absorbită, ceea ce nu va fi fost cazul înainte de formarea ființelor vii." (Darwin, 1887c.)

Charles Darwin făcea două lucruri distincte aici. Pe de-o parte, îşi prezenta singura speculație privind felul cum ar fi putut

apărea viața (celebrul pasaj cu „iazul mic şi cald“). Pe de altă parte, îi spulbera ştiinței contemporane lui orice speranță de a vedea repetându-se evenimentul. Chiar dacă „toate condițiile pentru cea dintâi producere a unui organism viu“ sunt încă prezente, orice asemenea nou produs ar fi „într-o clipă devorat şi absorbit“ (probabil de către bacterii, am spune noi azi), „ceea ce nu va fi fost cazul înainte de formarea ființelor vii“.

Darwin a scris aceste rânduri la şapte ani după ce, într-o conferință la Sorbona, Louis Pasteur spusese: „Niciodată doctrina generării spontane nu-şi va reveni din lovitura de moarte pe care i-o dă acest experiment simplu.“ Experimentul simplu era cel în care Pasteur arătase, contrar aşteptărilor din vremea lui, că o supă izolată de microorganisme nu se degradează.

Creaționiştii citează uneori demonstrații precum cea a lui Pasteur drept dovezi în favoarea lor. Falsul silogism sună astfel: „Generarea spontană nu este observată niciodată în prezent. De aceea, originea vieții e imposibilă.“ Remarca lui Darwin din 1871 se voia un răspuns la genul acesta de judecată ilogică. Evident, generarea spontană a vieții este un eveniment foarte rar, dar trebuie să fi avut loc o dată, lucru adevărat indiferent dacă crezi că generarea spontană originară a fost un eveniment natural sau unul supranatural. Cât de rar va fi fost evenimentul apariției vieții e o întrebare interesantă şi voi reveni la ea.

Primele încercări serioase de a imagina apariția vieții – a lui Oparin în Rusia şi (independent) a lui Haldane în Anglia – au pornit de la ideea că acele condiții în care a apărut viața nu mai sunt prezente acum. Oparin şi Haldane credeau că atmosfera primordială a fost foarte diferită de cea actuală: nu exista oxigen liber, astfel încât atmosfera era „reducătoare“, după cum se exprimă chimiştii. Ştim astăzi că tot oxigenul liber din atmosferă e produsul vieții, mai precis al plantelor. Oxigenul s-a revărsat în atmosferă ca poluant, ca otravă, până când selecția naturală a modelat organisme care să se înfrupte din el, ba chiar să se sufoce în absența lui. Atmosfera „reducătoare“ a inspirat cea mai celebră abordare experimentală a problemei originii vieții,

recipientul lui Stanley Miller, umplut cu ingrediente simple care au clocotit şi unde s-au produs descărcări electrice, pentru ca numai după o săptămână să apară aminoacizi şi alte semne ale vieții.

„Iazul mic şi cald“ al lui Darwin şi fiertura vrăjitorească născocită de Miller sunt ipoteze respinse de regulă în ziua de azi. Adevărul este că nu există un consens copleşitor. Au fost propuse idei promițătoare, dar n-avem dovezi tranşante în favoarea vreuneia dintre ele. În cărțile mele anterioare am analizat diverse posibilități interesante, inclusiv teoria cristalelor anorganice de lut a lui Graham Cairns-Smith şi ideea mai recentă potrivit căreia condițiile în care a apărut viața semănau cu cele din habitatul infernal unde trăiesc unele bacterii şi organisme unicelulare care prosperă şi se reproduc în izvoare clocotite. Astăzi, majoritatea biologilor se orientează către teoria „lumii ARN“, dintr-un motiv care mi se pare convingător.

Nu avem nici o dovadă privind primul pas în apariția vieții, dar ştim ce *fel* de pas trebuie să fi fost. Trebuie să fi fost ceva care să declanşeze selecția naturală. Înaintea acelui prim pas, erau imposibile îmbunătățirile pe care numai selecția naturală le poate oferi. Ceea ce înseamnă că pasul-cheie a fost apariția, printr-un proces încă necunoscut, a unei entități capabile de autoreplicare. Autoreplicarea generează o populație de entități care intră în competiție între ele pentru a se replica. De vreme ce nici un proces de copiere nu e perfect, populația va ajunge inevitabil la varietate, iar dacă există indivizi variabili într-o populație de replicatori, cei care posedă calitățile necesare pentru a reuşi vor deveni predominanți. Asta e selecția naturală, şi ea nu putea începe înainte să apară prima entitate capabilă de autoreplicare.

În pasajul despre „iazul mic şi cald“, Darwin credea că evenimentul-cheie în originea vieții a fost apariția spontană a unei proteine, idee care s-a dovedit mai puțin promițătoare decât majoritatea ideilor sale. Ceea ce nu înseamnă că negăm importanța proteinelor pentru viață. În capitolul 8 am văzut că ele au

proprietatea remarcabilă de a se încolăci aşa încât să formeze obiecte tridimensionale a căror formă e precizată de succesiunea unidimensională a constituenţilor, aminoacizii. Am văzut şi că aceeaşi formă le conferă capacitatea de a cataliza reacţii chimice cu o mare specificitate, accelerând anumite reacţii chiar şi de o mie de miliarde de ori. Specificitatea enzimelor face posibilă chimia biologică, iar proteinele par aproape infinit de flexibile în gama de forme pe care le pot lua. Aceasta e misiunea proteinelor, şi o îndeplinesc într-adevăr foarte bine, aşa încât Darwin le-a menţionat pe drept cuvânt. Există însă ceva la care proteinele nu se pricep deloc, iar Darwin a ignorat acest aspect. Ele sunt complet neajutorate când e vorba de replicare. Habar n-au să se autocopieze. Asta înseamnă că pasul-cheie în originea vieţii nu poate să fi fost apariţia spontană a unei proteine. Şi atunci, care a fost?

Molecula cea mai pricepută la replicare din câte cunoaştem este ADN-ul. La formele de viaţă avansate, ADN-ul şi proteinele se află într-o elegantă complementaritate. Moleculele de proteine sunt enzime strălucite, dar slabi replicatori. ADN-ul e exact invers. Nu se încolăceşte în forme tridimensionale, deci nu funcţionează ca enzimă. În loc să se încolăcească, el îşi păstrează forma deschisă, liniară, ceea ce-l face ideal atât ca replicator, cât şi ca indicator al succesiunii aminoacizilor. Tocmai fiindcă se încolăcesc în forme „închise", moleculele de proteine nu-şi „expun" informaţia secvenţială aşa încât să fie copiată sau „citită". Informaţia secvenţială e inaccesibil îngropată înăuntrul proteinei încolăcite. În schimb, în lungul lanţ ADN, informaţia secvenţială e expusă şi disponibilă ca şablon.

Acesta e „clenciul 22"[1] al originii vieţii. ADN-ul se poate replica, însă are nevoie de enzime pentru a cataliza procesul;

1. În original, „Catch-22", după titlul romanului din 1961 al lui Joseph Heller. Pătruns în limbajul comun, aşa-numitul „clenci 22" din carte se referă la o situaţie paradoxală în care se află prins un individ din cauza unor reglementări contradictorii sau a căror logică este una circulară. (*N. t.*)

proteinele pot cataliza formarea ADN-ului, însă au nevoie ca ADN-ul să specifice secvența corectă de aminoacizi. Cum au reuşit moleculele de pe Pământ în timpuri străvechi să iasă din acest cerc vicios pentru a permite selecției naturale să ia startul? Cu ajutorul ARN-ului.

ARN-ul aparține aceleiaşi familii de molecule înlănțuite, polinucleotidele, ca şi ADN-ul. El poate transporta aceleaşi patru „litere" de cod ca ADN-ul, ceea ce şi face în celulele vii, purtând informația genetică de la ADN până în locul unde poate fi folosită. ADN-ul acționează ca şablon pentru formarea secvențelor de cod ARN. Apoi, secvențele de proteine se formează folosind drept şablon ARN-ul, nu ADN-ul. Unele virusuri nu au ADN. ARN-ul e molecula lor genetică, singura răspunzătoare de transmiterea informației genetice de la o generație la alta.

Şi acum, punctul-cheie al teoriei „lumii ARN" privind originea vieții. Pe lângă faptul că se întinde într-o formă potrivită transmiterii informației secvențiale, ARN-ul se poate autoasambla, precum colierul nostru magnetic din capitolul 8, în forme tridimensionale care au activitate enzimatică. Există enzime ARN-ice. Nu sunt la fel de eficiente ca enzimele proteice, dar îşi fac treaba. Teoria „lumii ARN" avansează ideea că ARN-ul a fost o enzimă suficient de bună până când au evoluat proteinele şi au preluat rolul de enzime, şi că acelaşi ARN a fost un replicator suficient de bun până când a evoluat ADN-ul.

Teoria „lumii ARN" mi se pare plauzibilă, şi nu e exclus ca în următoarele decenii chimiştii să simuleze în laborator reconstituirea completă a evenimentelor care au declanşat selecția naturală cu patru miliarde de ani în urmă. Au fost deja făcuți paşi importanți în această direcție.

Înainte de a părăsi subiectul, trebuie totuşi să repet avertismentul pe care l-am formulat în cărțile mele anterioare. Adevărul este că nu avem nevoie de o teorie plauzibilă privind originea vieții, şi că ar fi chiar oarecum neliniştitor dacă am descoperi o teorie prea plauzibilă! Acest paradox decurge din celebra

întrebare „Unde sunt cu toții?“, pusă de fizicianul Enrico Fermi. Deşi sună enigmatic, colegii fizicieni ai lui Fermi de la Laboratorul Național din Los Alamos înțelegeau foarte bine sensul întrebării: de ce n-am fost vizitați de ființe dintr-o altă parte a universului? Dacă nu vizitați în persoană, măcar vizitați prin semnale radio (ceea ce e mult mai probabil).

Putem estima acum că există până la un miliard de planete în galaxia noastră, şi aproximativ un miliard de galaxii. E posibil ca planeta noastră să fie singura din galaxie care posedă viață, iar dacă acest lucru e adevărat, probabilitatea apariției vieții pe o planetă nu trebuie să fie mult mai mare de unu la un miliard. Teoria pe care o căutăm, teoria originii vieții pe planeta noastră, ar trebui deci să *nu* fie o teorie plauzibilă! Dacă ar fi, atunci viața s-ar întâlni frecvent în galaxie. Poate că se întâlneşte frecvent, iar atunci avem nevoie de o teorie plauzibilă. N-avem însă nici o dovadă privind existența vieții în altă parte decât pe planeta noastră, aşa încât, în cel mai bun caz, suntem îndreptățiți să ne mulțumim cu o teorie neplauzibilă. Dacă luăm în serios întrebarea lui Fermi şi interpretăm absența vizitelor extraterestre ca pe o dovadă a faptului că viața e extrem de rară în galaxie, ar trebui să conchidem fără echivoc că nu există o teorie plauzibilă a originii vieții. Am dezvoltat acest raționament în *Ceasornicarul orb*, aşa că n-am să mai insist. Bănuiala mea, dacă asta înseamnă ceva (nu foarte mult, căci sunt prea multe necunoscute), este că viața e foarte rară, dar numărul planetelor e atât de mare (mereu se descoperă altele noi), încât probabil că nu suntem singuri şi că există milioane de insule de viață în univers. Însă acele milioane de insule de viață sunt pesemne atât de departe unele de altele, încât n-au aproape nici o şansă să se întâlnească vreodată, nici măcar prin undele radio. E trist, dar am putea fi practic singuri.

„NENUMĂRATE FORME DINTRE CELE MAI FRUMOASE ȘI MAI MINUNATE AU EVOLUAT ȘI CONTINUĂ ÎNCĂ SĂ EVOLUEZE“

Nu ştiu exact ce-a vrut să spună Darwin prin „nenumărate“. Poate că nu-i decât un superlativ pentru a întări formula „dintre cele mai frumoase şi mai minunate“. E o interpretare plauzibilă, dar îmi place să cred că Darwin a folosit cuvântul „nenumărate“ cu un sens mai precis. Privind retrospectiv istoria vieții, vedem un tablou de o nesfârşită şi mereu reîntinerită noutate. Indivizii mor; specii, familii, ordine şi chiar clase cad pradă extincției. Dar procesul evolutiv pare să înflorească iarăşi şi iarăşi, cu o prospețime neştirbită, cu o vigoare neabătută, pe măsură ce erele se succedă.

Voi reveni pe scurt la modelele pe calculator ale selecției artificiale prezentate în capitolul 8: „parcul natural“ de biomorfe, incluzând artromorfe şi cochiliomorfe care arătau cum ar fi putut evolua marea diversitate a cochiliilor de moluşte. Am prezentat acele ființe create pe calculator pentru a ilustra felul în care acționează selecția artificială şi forța ei, dacă se perindă suficient de multe generații. Vreau acum să folosesc aceste modele pe calculator în alt scop.

Când priveam ecranul calculatorului şi cream biomorfe, negre sau colorate, şi când cream artromorfe, simțeam că nu mă pot plictisi. Senzația de stranietate era la nesfârşit reînnoită. Programul părea să nu „obosească“ niciodată, şi nici jucătorul nu obosea. Ceea ce nu se întâmpla cu „programul D’Arcy“, prezentat pe scurt în capitolul 10, şi în care „genele“ trăgeau matematic de coordonatele unei foi de cauciuc virtuale pe care fusese desenat un animal. Când face selecție artificială cu programul D’Arcy, pe măsura trecerii timpului, jucătorul pare să se îndepărteze tot mai mult de un punct de referință, unde lucrurile aveau sens, pe un teritoriu al nimănui de o neeleganță amorfă, unde pare că sensul se pierde treptat. Am sugerat deja de ce se

întâmplă aşa. În programele pentru biomorfe, artromorfe şi cochiliomorfe, avem echivalentul computerizat al unui proces embriologic – trei procese embriologice diferite, fiecare plauzibil biologic. Programul D'Arcy însă nu simulează deloc embriologia. În schimb, după cum arătam în capitolul 10, el manipulează distorsiunile prin care o formă adultă poate fi transformată în altă formă adultă. Absenţa embriologiei îl privează de „fertilitatea inventivă" manifestată de biomorfe, artromorfe şi cochiliomorfe. Această fertilitate inventivă e prezentă la embriologiile din viaţa reală, fiind o condiţie minimală pentru ca evoluţia să genereze „nenumărate forme dintre cele mai frumoase şi mai minunate". Putem oare trece dincolo de acest nivel minimal?

În 1989 am scris un articol intitulat „Evoluţia evoluabilităţii" (v. Dawkins, 1989), în care sugeram că nu numai animalele ajung să se priceapă tot mai bine să supravieţuiască, pe măsura trecerii generaţiilor, dar şi filiaţiile animalelor ajung să se priceapă tot mai bine să *evolueze*. Ce înseamnă „să te pricepi să evoluezi"? Ce tipuri de animale se pricep să evolueze? Insectele de pe uscat şi crustaceele din mare par să fie campioni la diversificare în mii de specii, împărţindu-şi nişele, schimbându-şi costumele de-a lungul timpului evolutiv cu o veselă degajare. Şi peştii dovedesc o fecunditate evolutivă uimitoare, la fel ca broaştele, mamiferele şi păsările.

În articolul din 1989 sugeram că evoluabilitatea este o proprietate a embriologiilor. Genele suferă mutaţii pentru a modifica trupul unui animal, dar trebuie să acţioneze prin procese de creştere embriologică. Iar anumite embriologii se pricep mai bine decât altele să ofere game rodnice de variaţii genetice asupra cărora să acţioneze selecţia naturală, şi astfel s-ar putea pricepe mai bine să evolueze. „S-ar putea" e puţin spus. Nu e oare aproape evident că unele embriologii *trebuie* să se priceapă mai bine să evolueze decât altele? Eu aşa cred. E mai puţin evident, însă am impresia că ar putea exista o selecţie naturală de nivel superior în favoarea „embriologiilor evoluabile". Pe măsura trecerii

timpului, embriologiile îşi îmbunătățesc evoluabilitatea. Dacă există o „selecție de nivel superior“ de acest tip, ea s-ar deosebi de selecția naturală obişnuită, care alege indivizii pentru capacitatea lor de a-şi transmite genele mai departe (sau, altfel spus, aleg genele pentru capacitatea lor de a construi indivizi reuşiți). Selecția de nivel superior care îmbunătățeşte evoluabilitatea ar fi de genul celei pe care marele biolog evoluționist american George C. Williams o numea „selecție de cladă“. Clada este o ramură din arborele vieții, cum ar fi o specie, un gen, un ordin sau o clasă. Putem spune că selecția de cladă are loc când o cladă (de pildă, insectele) se răspândeşte, se diversifică şi populează lumea cu mai mult succes decât o altă cladă (de pildă, pogonoforele – probabil că n-ați auzit de aceste ființe obscure asemănătoare viermilor, şi există un motiv pentru asta: sunt o cladă care n-a avut succes!). Selecția de cladă nu presupune competiția între clade. Insectele nu concurează, cel puțin nu direct, cu pogonoforele pentru hrană, spațiu sau vreo altă resursă. Dar lumea e plină de insecte şi aproape lipsită de pogonofore, aşa că suntem tentați să punem reuşita insectelor pe seama unei anumite caracteristici a lor. Bănuiesc că în embriologia lor există ceva care le face evoluabile. În capitolul „Embrioni caleidoscopici“ din *Urcuşul pe muntele improbabilității* am oferit diverse sugestii pentru trăsăturile specifice care încurajează evoluabilitatea, între care constrângerile *simetriei* şi arhitecturile modulare, cum ar fi un trup *segmentat*.

Pesemne că şi grație arhitecturii modular segmentate, clada artropodelor (insecte, crustacee, păianjeni, miriapode etc.) se pricepe să evolueze, să ofere variații în multe direcții, să se diversifice, să ocupe oportunist nişe de îndată ce ele sunt disponibile. Alte clade pot avea acelaşi succes pentru că embriologiile lor sunt constrânse de dezvoltarea simetrică în oglindă pe diferite planuri.[1]

1. De exemplu, o mutație într-un picior de miriapod va fi simetrică în oglindă pe ambele părți, şi probabil repetată pe toată lungimea corpului. Deşi e o singură mutație, procesele embriologice o constrâng să

Cladele pe care le vedem populând uscatul şi marea sunt acele clade care se pricep să evolueze. În selecția de cladă, cladele care n-au succes dispar sau nu reuşesc să se diversifice pentru a face față diferitelor provocări: se ofilesc şi pier. Cladele de succes înmuguresc ca frunzele pe arborele filogenetic. Selecția de cladă seamănă seducător de bine cu selecția naturală darwinistă. Dar trebuie să rezistăm seducției, sau măcar să tragem un semnal de alarmă. Asemănările superficiale se pot dovedi înşelătoare.

Este atât de surprinzător faptul că există, încât aproape nu ne vine să credem. La fel este şi faptul că suntem înconjurați de un ecosistem bogat de animale care seamănă mai mult sau mai puțin cu noi, de plante care ne seamănă mai puțin, şi de care în ultimă instanță depindem pentru a ne hrani, apoi de bacterii care seamănă cu strămoşii noştri mai îndepărtați şi la care ne vom întoarce cu toții spre a fi descompuşi când ni se vor încheia zilele. Înțelegând amploarea problemei existenței noastre şi căutându-i soluția, Darwin şi-a depăşit cu mult epoca. Şi-a depăşit epoca şi pentru că şi-a dat seama de interdependența animalelor, plantelor şi tuturor celorlalte ființe, în relații a căror complexitate ne descumpăneşte imaginația. Cum se face nu doar că există, dar că suntem înconjurați de asemenea complexitate, eleganță, armonie şi forme dintre cele mai frumoase şi mai minunate?

Iată răspunsul: nu putea fi altfel, de vreme ce ajungem să constatăm propria noastră existență şi să ne punem întrebări în privința ei. Nu e deloc întâmplător, ne atrag atenția cosmologii[1], că vedem stele pe cer. Ar putea exista universuri fără stele, unde legile şi constantele fizicii permit hidrogenului primordial să fie distribuit uniform, nu concentrat în stele. Însă nimeni nu observă acele universuri, pentru că entități capabile să observe

---

se repete de mai multe ori la stânga şi la dreapta. La prima vedere, poate părea paradoxal ca o constrângere să sporească versatilitatea evolutivă a unei clade. Motivul e prezentat în același capitol „Embrioni caleidoscopici“ din *Urcuşul pe muntele improbabilității*. (*N. a.*)

1. Vezi, de exemplu, Smolin (1997). (*N. a.*)

ceva nu pot evolua în absența stelelor. Nu numai că viața are nevoie de cel puțin o stea ca să-i furnizeze energie, dar stelele sunt şi furnale unde se făuresc majoritatea elementelor chimice, iar viața nu poate exista fără o chimie bogată. Am putea lua la rând legile fizicii, una câte una, şi spune acelaşi lucru despre toate: nu e deloc întâmplător că vedem…

Acelaşi lucru e valabil şi în biologie. Nu e deloc întâmplător că vedem culoarea verde aproape pretutindeni. Nu e deloc întâmplător că ne găsim cocoțați pe o rămurică minusculă, în mijlocul coroanei bogate şi prospere a arborelui vieții; că suntem înconjurați de milioane de alte specii, care se hrănesc, se înmulțesc, putrezesc, înoată, umblă, zboară, scormonesc, pândesc, fugăresc sau scapă cu fuga, domină, păcălesc. Fără plantele verzi omniprezente, n-ar exista energia care ne alimentează. Fără cursa înarmărilor în continuă escaladare între prădător şi pradă, între parazit şi gazdă, fără „bătăliile naturii“ despre care vorbea Darwin, fără „foamete şi moarte“, n-ar exista sisteme nervoase capabile măcar să vadă ceva din toate astea, necum să le înțeleagă. Suntem înconjurați de nenumărate forme dintre cele mai frumoase şi mai minunate, şi nu e deloc întâmplător, ci consecința directă a evoluției prin selecție naturală nealeatorie, care face ca lumea să fie un mare spectacol.

APENDICE

Negaționiștii istoriei

La intervale neregulate, însă frecvent din 1982 până astăzi, Institutul Gallup, cea mai cunoscută organizație de sondare a opiniei publice din Statele Unite, a pus unui eşantion din populație întrebarea:

Care dintre următoarele afirmații se apropie cel mai mult de vederile dumneavoastră privind originea și dezvoltarea omului?

1. Oamenii au evoluat în cursul câtorva milioane de ani din forme de viață mai puțin dezvoltate, dar acest proces a fost ghidat de Dumnezeu (36%);
2. Oamenii au evoluat în cursul câtorva milioane de ani din forme de viață mai puțin dezvoltate, dar Dumnezeu n-a jucat nici un rol în acest proces (14%);
3. Dumnezeu i-a creat pe oameni într-o formă foarte asemănătoare cu forma lor actuală, la un moment dat în ultimii circa 10 000 de ani (44%).

Procentajele de mai sus sunt ale sondajului din 2008. Cifrele sondajelor din 1982, 1993, 1997, 1999, 2001, 2004, 2006 şi 2007 sunt cam aceleaşi.

Fac parte şi eu din ceea ce constat fără surprindere că e minoritatea celor 14% care au bifat căsuța corespunzătoare variantei 2. Din nefericire, precizarea din varianta 2 „dar Dumnezeu n-a jucat nici un rol în acest proces“ pare anume formulată pentru a-i monta pe oamenii religioşi în mod gratuit împotriva ei. Cu adevărat înspăimântător e însă procentajul celor care au optat pentru varianta 3. Dintre americani, 44% resping complet

evoluția, indiferent dacă a fost sau nu ghidată de Dumnezeu, şi cred că întreaga lume nu e mai veche de 10 000 de ani. Aşa cum arătam ceva mai sus, dat fiind că adevărata vârstă a planetei noastre e de 4,6 miliarde de ani, este ca şi cum am crede că lățimea Americii de Nord e mai mică de 10 metri. În nici unul dintre cele nouă sondaje realizate de Gallup opțiunea pentru varianta 3 n-a scăzut sub 40%, ba chiar în două rânduri a ajuns la 47%. Peste 40% dintre americani resping ideea evoluției omului din alte animale şi cred că noi toți – ba chiar tot ce înseamnă viață – am fost creați de Dumnezeu în ultimii 10 000 de ani. Cartea de față este într-adevăr necesară.

Întrebările puse de Institutul Gallup s-au concentrat asupra oamenilor, şi se prea poate ca ele să fi ridicat miza emoțională şi să fi făcut mai greu de acceptat perspectiva ştiințifică. În 2008, Forumul Pew a publicat un sondaj asemănător în rândurile americanilor, dar care nu menționa expres oamenii. Iată variantele oferite şi procentajele răspunsurilor:

Viața pe Pământ…		
a existat în forma ei actuală din cele mai vechi timpuri		42%
a evoluat în timp		48%
prin selecție naturală	26%	
ghidată de o ființă supremă	18%	
dar nu ştiu în ce fel	4%	
nu ştiu		10%

Sondajul Pew nu propunea date, deci nu ştim câți dintre cei 42% care negau ferm evoluția credeau şi că lumea nu e mai veche de 10 000 de ani, aşa cum erau de părere 44% din respondenții sondajului Gallup. Probabil că şi cei 42% din respondenții sondajului Pew ar fi fost de acord cu o vârstă a Pământului de mii de ani, nu cu cifra de 4,6 miliarde de ani a oamenilor de ştiință. Ideea că viața există pe Pământ de 4,6 miliarde de ani în forma ei actuală, fără o schimbare cât de mică, este cel puțin la fel de absurdă ca ideea că ea există în forma ei actuală doar de câteva mii de ani – şi cu siguranță n-are nimic de-a face cu Biblia.

Dar ce se întâmplă în Marea Britanie? Noi cum stăm la capitolul ăsta? În 2006, seria de documentare ştiinţifice (relativ) serioase produse de BBC sub titlul generic *Horizon*[1] a comandat firmei Ipsos MORI un sondaj în rândul populaţiei britanice. Din păcate, întrebarea-cheie n-a fost bine formulată. Respondenţilor li se cerea să aleagă una dintre următoarele trei „teorii sau explicaţii ale originii şi dezvoltării vieţii pe Pământ". După fiecare variantă de răspuns, am trecut procentajul celor care au optat pentru ea:

(a) „Teoria evoluţiei", care afirmă că omenirea s-a dezvoltat pe parcursul mai multor milioane de ani, din forme de viaţă mai puţin avansate, Dumnezeu neavând nimic de-a face cu acest proces (48%);
(b) „Teoria creaţionistă", care afirmă că Dumnezeu i-a creat pe oameni mai mult sau mai puţin în forma lor actuală, cândva în ultimii 10 000 de ani (22%);
(c) „Teoria proiectului inteligent", care afirmă că anumite caracteristici ale fiinţelor vii sunt explicate cel mai bine de intervenţia unei fiinţe supranaturale, de exemplu a lui Dumnezeu (17%);
(d) Nu ştiu (12%).

Regretabil este faptul că variantele propuse i-au lăsat pe unii fără opţiunea pe care ar fi preferat-o. Nu se regăseşte printre ele şi opţiunea „(a) dar Dumnezeu a jucat un rol în acest proces". Pe urmă, dată fiind includerea în varianta de răspuns a formulei „Dumnezeu neavând nimic de-a face cu acest proces", nu e de mirare că procentajul respondenţilor care au optat pentru (a) este atât de mic, doar 48%. Scorul de 22% al variantei (b) este în schimb alarmant de mare, mai ales dacă ţinem cont de limita cronologică ridicolă de 10 000 de ani. Iar, dacă adunăm scorurile variantelor (b) şi (c), adică procentajele respondenţilor care au optat pentru o formă oarecare de creaţionism, ajungem la 39%, care nu e atât de mare ca procentajul american de peste 40%,

1. Asemănătoare cu seria *Nova* din Statele Unite, care adesea difuzează programe pe canalul *Horizon* sau realizează diverse aranjamente de coproducţie cu acesta. (*N. a.*)

mai ales dacă ținem cont de faptul că acesta din urmă se referă la tinerii creaționiști, în timp ce primul îi conține mai degrabă pe bătrânii creaționiști concentrați la punctul (c).

Sondajul MORI le-a mai pus britanicilor o a doua întrebare, legată de învățământ. Date fiind aceleași trei teorii, oamenii erau întrebați dacă acestea s-ar cuveni sau nu să fie predate în școli. Lucru deloc liniștitor, numai 69% din respondenți au fost de părerea fermă că evoluția trebuie predată la orele de științe ale naturii – în paralel sau nu cu o formă oarecare a creaționismului sau a teoriei proiectului inteligent.

O anchetă mai ambițioasă, care a inclus Marea Britanie, dar nu și Statele Unite, a fost realizată în cadrul Eurobarometrului din 2005. Sondajul a vizat opinii și convingeri în chestiuni științifice din 32 de țări europene (plus Turcia, singura țară predominant musulmană, care aspiră la calitatea de membru al Uniunii Europene). Tabelul 1 prezintă procentajele respondenților din diferite țări care au optat pentru afirmația: „Oamenii, așa cum îi știm azi, s-au dezvoltat din specii anterioare de animale". Trebuie remarcat că formularea e mai simplă decât cea de la punctul (a) din sondajul MORI, de vreme ce nu pomenește de posibilitatea ca Dumnezeu să fi jucat un rol oarecare în procesul evolutiv. Am aranjat țările în ordinea descrescătoare a procentajelor de opțiune pentru această variantă, adică în funcție de procentajul celor care au dat răspunsul considerat corect de știința modernă. De pildă, 85% dintre islandezi cred, la fel ca oamenii de știință, că oamenii au evoluat din alte specii. La capătul celălalt, numai un trist procentaj de 27% din populația Turciei crede acest lucru. Turcia e singura țară din tabel în care, după toate aparențele, majoritatea oamenilor cred că evoluția e o idee falsă. Marea Britanie se situează pe locul al cincilea, 13% din populație negând evoluția. Statele Unite nu au fost cuprinse în acest studiu, dar s-a vorbit mult despre faptul deplorabil că ele s-ar afla doar înaintea Turciei (v. Miller *et al.*, 2006).

Tabelul 1 – Reacții la afirmația:„Oamenii, așa cum îi știm astăzi, s-au dezvoltat din specii anterioare de animale“

Țara	Total respondenți	Adevărat (%)	Fals (%)	Nu știu (%)
Islanda	500	85	7	8
Danemarca	1 013	83	13	4
Suedia	1 023	82	13	5
Franța	1 021	80	12	8
Marea Britanie	1 307	79	13	8
Belgia	1 024	74	21	5
Norvegia	976	74	18	8
Spania	1 036	73	16	11
Germania	1 507	69	23	8
Italia	1 006	69	20	11
Luxemburg	518	68	23	10
Olanda	1 005	68	23	9
Irlanda	1 008	67	21	12
Ungaria	1 000	67	21	12
Slovenia	1 060	67	25	8
Finlanda	1 006	66	27	7
Republica Cehă	1 037	66	27	7
Portugalia	1 009	64	21	15
Estonia	1 000	64	19	17
Malta	500	63	25	13
Elveția	1 000	62	28	10
Slovacia	1 241	60	29	12
Polonia	999	59	27	14
Croația	1 000	58	28	15
Austria	1 034	57	28	15
Grecia	1 000	55	32	14
România	1 005	55	25	20
Bulgaria	1 008	50	21	29
Letonia	1 034	49	27	24
Lituania	1 003	49	30	21
Cipru	504	46	36	18
Turcia	1 005	27	51	22

Sursă: Eurobarometrul 2005

Mai ciudate sunt rezultatele prezentate în tabelul 2, conținând procentajele echivalente obținute în cazul afirmației „Cei dintâi oameni au trăit în același timp cu dinozaurii“. Am aranjat din nou țările în ordinea descrescătoare a procentajelor înregistrate de răspunsul corect, care este „fals“ în cazul de față.[1] Turcia se situează din nou pe ultimul loc, cu ditamai procentajul de 42% al celor care cred că primii oameni au fost contemporani cu dinozaurii, și abia 30% neagă o asemenea afirmație, prin comparație cu 87% dintre suedezi. Marea Britanie se află – îmi pare rău s-o spun – în a doua jumătate a tabelului, 28% dintre noi, britanicii, luându-și informațiile științifice și istorice pare-se mai degrabă din *Familia Flintstone* decât dintr-o sursă educațională.

Ca educator în domeniul biologiei, găsesc o consolare jalnică într-un alt rezultat al aceluiași Eurobarometru, care arată că destul de mulți dintre britanici (19%) cred că Pământului nu-i ia decât o lună ca să facă o rotație completă în jurul Soarelui. Procentajul depășește 20% în Irlanda, Austria, Spania și Danemarca. Ce-or fi crezând ei că este un an? De ce se succedă anotimpurile cu atâta regularitate? Nu le trezește deloc *curiozitatea* această trăsătură frapantă a lumii în care trăiesc? Sigur, aceste procentaje remarcabile n-au nimic consolator, însă accentul cădea pe cuvântul *jalnică*. Voiam să spun că avem pesemne de-a face cu o ignorare generală a științei – lucru rău în sine, dar mai puțin rău decât respingerea fermă a unei științe, și anume a științei evoluționiste, pe care o putem bănui în Turcia (și, nu putem să nu extrapolăm, într-o mare parte a lumii musulmane) și, evident, în Statele Unite ale Americii, așa cum s-a văzut din sondajele Gallup și Pew.

---

1. Dacă e să fiu pedant, trebuie să recunosc că zoologii moderni clasifică astăzi păsările ca supraviețuitoare ale dinozaurilor. La rigoare, așadar, răspunsul corect ar fi „adevărat“, și s-ar subînțelege că majoritatea turcilor au dreptate. Cred însă că putem pleca liniștiți de la premisa că, atunci când li se pune o asemenea întrebare, oamenii înțeleg prin „dinozauri“ nu păsările moderne, ci acele „cumplite șopârle“ dispărute, care au dat însuși termenul [din cuvintele grecești *deinos*, „teribil, cumplit“, și *sauros*, „șopârlă“ – *n. t.*]. (*N. a.*)

Tabelul 2 – Reacții la afirmația: „Cei dintâi oameni au trăit în același timp cu dinozaurii“

Țara	Total respondenți	Adevărat (%)	Fals (%)	Nu știu (%)
Suedia	1 023	9	87	4
Germania	1 507	11	80	9
Danemarca	1 013	14	79	6
Elveția	1 000	9	79	12
Norvegia	976	13	79	7
Republica Cehă	1 037	15	78	7
Luxemburg	518	15	77	9
Olanda	1 005	14	75	10
Finlanda	1 006	21	73	7
Islanda	500	12	72	16
Slovenia	1 060	20	71	9
Belgia	1 024	24	70	6
Franța	1 021	21	70	9
Austria	1 034	15	69	15
Ungaria	1 000	18	69	13
Estonia	1 000	20	66	14
Slovacia	1 241	18	65	18
Marea Britanie	1 307	28	64	8
Croația	1 000	23	60	17
Lituania	1 003	23	58	19
Spania	1 036	29	56	15
Irlanda	1 008	27	56	17
Italia	1 006	32	55	13
Portugalia	1 009	27	53	21
Polonia	999	33	53	14
Letonia	1 034	27	51	21
Grecia	1 000	29	50	21
Malta	500	29	48	24
Bulgaria	1 008	17	45	39
România	1 005	21	42	37
Cipru	504	32	40	28
Turcia	1 005	42	30	28

Sursă: Eurobarometrul 2005

În octombrie 2008, un grup de vreo şaizeci de profesori de liceu americani s-au reunit la Centrul de Educaţie Ştiinţifică al Universităţii Emory din Atlanta, Georgia. Unele dintre poveştile de groază care s-au spus acolo merită o atenţie deosebită.[1] Un profesor povestea că elevii săi „izbucneau în lacrimi“ când li se spunea că vor studia evoluţia. Un altul evoca strigătele disperate de „Nu!“ pe care le scoteau elevii săi când începea să le vorbească la ore despre evoluţie. Un altul relata că elevii săi voiau să ştie de ce trebuiau să înveţe despre evoluţie, de vreme ce era vorba de „o teorie şi-atât“. Un profesor afirma chiar că „bisericile îi învaţă pe elevi să vină la şcoală pregătiţi cu întrebări speciale, cu care să-mi saboteze lecţiile“. „Muzeul Creaţiei“ din statul Kentucky se bucură de o finanţare generoasă şi nu-şi propune decât să nege istoricitatea la un nivel avansat. Copiii pot călări o machetă de dinozaur înşeuat – şi nu e o distracţie nevinovată: mesajul explicit şi fără echivoc este că dinozaurii au trăit recent şi au coexistat cu oamenii. Administratorul acestui muzeu este organizaţia „Answers in Genesis“ („Răspunsuri despre Geneză“), scutită de plata impozitelor. Altfel spus, contribuabilul (în acest caz, contribuabilul american) susţine financiar pe scară largă falsul ştiinţific şi educaţia greşită.

Asemenea situaţii sunt obişnuite în Statele Unite şi, oricât de greu mi-ar fi să recunosc, din ce în ce mai mult şi în Marea Britanie. În februarie 2006, ziarul *The Guardian* scria că „studenţii medicinişti musulmani din Londra distribuie fluturaşi care demască teoriile lui Darwin drept false.[2] Studenţii creştini după Evanghelie contestă şi ei tot mai vehement ideea de evoluţie“. Fluturaşii musulmanilor erau produşi de Trustul Al-Nasr, înregistrat ca organizaţie caritabilă scutită de taxe şi

1. Vezi „Emory workshop teaches teachers how to teach evolution“ („Un seminar de la Emory îi învaţă pe profesori cum să predea evoluţia“), în *Atlanta Journal-Constitution*, 24 octombrie 2008. (*N. a.*)

2. Vezi „Academics fight rise of creationism at universities“ („Universitarii combat recrudescenţa creaţionismului în universităţi“), în *The Guardian*, 21 februarie 2006. (*N. a.*)

impozite.[1] Aşadar, şi contribuabilul britanic susţine financiar sistematic răspândirea unui fals ştiinţific major şi grav în sistemul de învăţământ din Regatul Unit.

În 2006, ziarul *The Independent* îl cita pe profesorul Steve Jones, de la Colegiul Universitar din Londra, care afirma:

> Are loc o adevărată mutaţie socială.[2] Ani de zile, i-am compătimit pe colegii mei americani, care în primele lor cursuri de biologie trebuie să combată mai întâi creaţionismul bine înfipt în minţile studenţilor. Noi, în Marea Britanie, nu am avut până acum de-a face cu această problemă. Am primit reacţii din partea elevilor musulmani, care-mi spun că sunt obligaţi să creadă în creaţionism pentru că este o parte a identităţii lor islamice, dar mai tare mă mir de alţi tineri britanici, care văd în creaţionism o alternativă viabilă la evoluţie. Este alarmant. Se vede cât de molipsitoare e ideea.

Sondajele par să arate deci că americanii sunt creaţionişti în proporţie de peste de 40% – creaţionişti învederaţi, convinşi, antievoluţionişti, care nici măcar nu cred în evoluţie „dar cu o mână de ajutor din partea lui Dumnezeu“ (sunt şi din aceia destui). Cifrele corespunzătoare pentru britanici şi pentru mulţi dintre europeni nu sunt chiar atât de dezastruoase, dar nici foarte încurajatoare. În tot cazul, nu e loc de automulţumire.

---

1. Aproape orice organizaţie religioasă poate obţine uşor scutirea de taxe şi impozite. Organizaţiile care nu sunt religioase trebuie să sară prin cercuri, ca la circ, pentru a demonstra că lucrează în beneficiul umanităţii. Recent, am pus bazele unei fundaţii caritabile care-şi propune să promoveze „Raţiunea şi ştiinţa“. În timpul negocierilor prelungite, extrem de costisitoare, dar, în cele din urmă, încununate de succes, de a obţine statut de organizaţie caritabilă, am primit o scrisoare din partea Comisiei Britanice pentru Activităţi Caritabile, datată 28 septembrie 2006, în care se spune: „Nu e limpede în ce fel promovarea ştiinţei poate conduce la dezvoltarea mentală şi morală a publicului. Vă rugăm să ne furnizaţi dovezi ale acestei afirmaţii sau să ne explicaţi în ce fel contribuie ştiinţa la dezvoltarea umanismului şi a raţionalismului.“ (*N. a.*)

2. Vezi „Creationism debate moves to Britain“ („Dezbaterea în jurul creaţionismului se mută în Marea Britanie“), în *The Independent*, 18 mai 2006. (*N. a.*)

Bibliografie și lecturi suplimentare

ADAMS, D. şi M. CARWARDINE – *Last Chance to See*, London, Pan, 1991.

ATKINS, P.W. – *The Second Law*, New York, Scientific American, 1984 • *The Periodic Kingdom*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1995 • *The Elements of Physical Chemistry: With Applications in Biology*, New York, W.H. Freeman, 2001.

ATKINS, P.W. şi L. JONES – *Chemistry: Molecules, Matter, and Change*, ed. II revăzută, New York, W.H. Freeman, 1997.

AYALA, F.J. – *Darwin and Intelligent Design*, Minneapolis, Fortress, 2006.

BARASH, D.P. şi N.R. BARASH – *Madame Bovary's Ovaries: A Darwinian Look at Literature*, New York, Delacorte, 2005.

BARLOW, G.W. – *The Cichlid Fishes: Nature's Grand Experiment in Evolution*, ed. I, Cambridge (Massachusetts), Basic Books, 2002.

BERRY, R.J. şi A. HALLAM – *The Collins Encyclopedia of Animal Evolution*, London, Collins, 1986.

BODMER, W. şi R. McKIE – *The Book of Man: The Quest to Discover Our Genetic Heritage*, London, Little, Brown, 1994.

BRENNER, S. – „Nature's Gift to Science", în T. Frangsmyr (ed.), *Les Prix Nobel*, *The Nobel Prizes 2002: Nobel Prizes, Presentations, Biographies, and Lectures*, Stockholm, The Nobel Foundation, 2003, pp. 274–282.

BROOKS, A.C. şi I.O. BUSS – „Trend in tusk size of the Ugandan elephant", în *Mammalia*, 26 (1962), pp. 10–34.

BROWNE, J. – *Charles Darwin*, vol. I: *Voyaging*, London, Pimlico, 1996; vol. II: *The Power of Place* , London, Pimlico, 2003.

CAIN, A.J. – *Animal Species and Their Evolution*, London, Hutchinson, 1954.
CAIRNS-SMITH, A.G. – *Seven Clues to the Origin of Life: A Scientific Detective Story*, Cambridge, Cambridge University Press, 1985.
CARROLL, S.B. – *The Making of the Fittest: DNA and the Ultimate Forensic Record of Evolution*, New York, W.W. Norton, 2006.
CENSKY, E.J., K. HODGE şi J. DUDLEY – „Over-water dispersal of lizards due to hurricanes", în *Nature*, 395, 1998, p. 556.
CHARLESWORTH, B. şi D. CHARLESWORTH – *Evolution: A Very Short Introduction*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
CLACK, J.A. – *Gaining Ground: The Origin and Evolution of Tetrapods*, Bloomington, Indiana University Press, 2002.
COMINS, N.F. – *What If the Moon Didn't Exist? Voyages to Earths that Might Have Been*, New York, HarperCollins, 1993.
CONWAY MORRIS, S. – *Life's Solution: Inevitable Humans in a Lonely Universe*, Cambridge, Cambridge University Press, 2003.
COPPINGER, R. şi L. COPPINGER – *Dogs: A Startling New Understanding of Canine Origin, Behaviour, and Evolution*, New York, Scribner, 2001.
COTT, H.B. – *Adaptive Coloration in Animals*, London, Methuen, 1940.
COYNE, J.A. – *Why Evolution Is True*, Oxford, Oxford University Press, 2009.
COYNE, J.A. şi H.A. ORR – *Speciation*, Sunderland (Massachusetts), Sinauer, 2004.
CRICK, F.H.C. – *Life Itself: Its Origin and Nature*, London, Macdonald, 1981.
CRONIN, H. – *The Ant and the Peacock: Altruism and Sexual Selection from Darwin to Today*, Cambridge, Cambridge University Press, 1991.
DAMON, P.E., D.J. DONAHUE, B.H. GORE, A.L. HATHEWAY, A.J.T. JULL, T.W. LINICK, P.J. SERCEL, L.J. TOOLIN, R. BRON, E.T. HALL, R.E.M. HEDGES, R. HOUSLEY, I.A. LAW, C. PERRY, G. BONANI, S. TRUMBORE, W. WOELFLI, J.C. AMBERS, S.G.E. BOWMAN, M.N. LEESE şi M.S. TITE – „Radiocarbon dating of the Shroud of Turin", în *Nature,* 337, 1989, pp. 611–615.
DARWIN, C. – *Journal of Researches into the Natural History and Geology of the Countries Visited during the Voyage of H.M.S. Beagle*

round the World, under the Command of Capt. Fitz Roy, R.N., ed. II, London, John Murray, 1845 • *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*, ed. I, London, John Murray, 1859 • *The Variation of Animals and Plants under Domestication*, 2 vol., London, John Murray, 1868 • *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex*, 2 vol., London, John Murray, 1871 • *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, London, John Murray, 1872 • *The Various Contrivances by Which Orchids are Fertilised by Insects*, London, John Murray, 1882 • *The Life and Letters of Charles Darwin*, vol. I, London, John Murray, 1887 (a); vol. II, London, John Murray, 1887 (b); vol. III, London, John Murray, 1887 (c) • *More Letters of Charles Darwin: A Record of His Work in a Series of Hitherto Unpublished Letters*, 2 vol., London, John Murray, 1903.

DARWIN, C. şi A.R. WALLACE – „On the tendency of species to form varieties; and on the perpetuation of varieties and species by natural means of selection", în *Journal of the Proceedings of the Linnaean Society (Zoology)*, 3, 1859, pp. 45–62.

DAVIES, N.B. – *Cuckoos, Cowbirds, and Other Cheats*, London, T. & A.D. Poyser, 2000.

DAVIES, P.C.W. – *The Fifth Miracle: The Search for the Origin of Life*, London, Allen Lane, The Penguin Press, 1998.

DAVIES, P.C.W. şi C.H. LINEWEAVER – „Finding a second sample of life on Earth", în *Astrobiology*, 5, 2005, pp. 154–163.

DAWKINS, R. – *The Blind Watchmaker*, London, Longman, 1986 • *The Evolution of Evolvability*, în C.E. Langton (ed.), *Artificial Life*, Reading (Massachusetts), Addison-Wesley, 1989, pp. 201–220 • *River Out of Eden*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1995 • *Climbing Mount Improbable*, London, Viking, 1996 • *Unweaving the Rainbow*, London, Penguin, 1998 • *The Extended Phenotype*, ed. rev., Oxford, Oxford University Press, 1999 • *The Ancestor's Tale: A Pilgrimage to the Dawn of Life*, London, Weidenfeld & Nicolson, 2004 • *The Selfish Gene* , ed. a 30-a, aniversară, Oxford, Oxford University Press, 2006 (ed. I – 1976).

DAWKINS, R. şi J.R. KREBS – „Arms races between and within species", în *Proceedings of the Royal Society of London*, Seria B, 205, 1979, pp. 489–511.

DENNETT, D. – *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, London, Allen Lane, 1995.

DESMOND, A. şi J. MOORE – *Darwin: The Life of a Tormented Evolutionist*, London, Michael Joseph, 1991.

DIAMOND, J. – *The Rise and Fall of the Third Chimpanzee: Evolution and Human Life*, London, Radius, 1991.

DOMNING, D.P. – „The earliest known fully quadrupedal sirenian", în *Nature,* 413, 2001, pp. 625–627.

DUBOIS, E. – „On the gibbon-like appearance of *Pithecanthropus erectus*", în *Proceedings of the Section of Sciences of the Koninklijke Akademie van Wetenschappen*, 38, 1935, pp. 578–585.

DUDLEY, J.W. şi R.J. LAMBERT – „Ninety generations of selection for oil and protein in maize", în *Maydica*, 37, 1992, pp. 81–87.

ELTZ, T., D.W. ROUBIK şi K. LUNAU – „Experience-dependent choices ensure species-specific fragrance accumulation in male orchid bees", în *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 2005, pp. 149–156.

ENDLER, J.A. – „Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata*", în *Evolution*, 34, 1980, pp. 76–91 • „Natural and sexual selection on color patterns in poeciliid fishes", în *Environmental Biology of Fishes*, 9, 1983, pp. 173–190 • *Natural Selection in the Wild*, Princeton, Princeton University Press, 1986.

FISHER, R.A. – *The Genetical Theory of Natural Selection: A Complete Variorum Edition*, Oxford, Oxford University Press, 1999.

FORTEY, R. – *Life: An Unauthorised Biography. A Natural History of the First Four Thousand Million Years of Life on Earth*, London, HarperCollins, 1997 • *Trilobite: Eyewitness to Evolution*, London, HarperCollins, 2000.

FUTUYAMA, D.J. – *Evolutionary Biology*, ed. III, Sunderland (Massachusetts), Sinauer, 1998.

GILLESPIE, N.C. – *Charles Darwin and the Problem of Creation* Chicago, University of Chicago Press, 1979.

GOLDSCHMIDT, T. – *Darwin's Dreampond: Drama in Lake Victoria*, Cambridge (Massachusetts), MIT Press, 1996.

GOULD, S.J. – *Ontogeny and Phylogeny*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1977 • *Ever since Darwin: Reflections in*

Natural History, London, Burnett Books / André Deutsch, 1978 • *Hen's Teeth and Horse's Toes*, New York, W.W. Norton, 1983.

GRAFEN, A. – *Evolution and Its Influence*, Oxford, Clarendon Press, 1989.

GRIBBIN, J. şi J. CHERFAS – *The First Chimpanzee: In Search of Human Origins*, London, Penguin, 2001.

HAECKEL, E. – *Art Forms in Nature*, New York, Dover, 1974.

HALDANE, J.B.S. – *On Being the Right Size and Other Essays*, Oxford, Oxford University Press, 1985.

HALLAM, A. şi P.B. WIGNALL – *Mass Extinctions and Their Aftermath*, Oxford, Oxford University Press, 1997.

HAMILTON, W.D. „Narrow Roads of Gene Land", vol. I: *Evolution of Social Behaviour*, Oxford, W.H. Freeman / Spektrum, 1996; vol. 2: *Evolution of Sex*, Oxford, Oxford University Press, 2001.

HARRISON, D.F.N. – „Biomechanics of the giraffe larynx and trachea", în *Acta Oto-Laryngology and Otology*, 89, 1980, pp. 258–264 • „Fibre-size frequency in the recurrent laryngeal nerves of man and giraffe", în *Acta Oto-Laryngology and Otology*, 91, 1981, pp. 383–389.

HELMHOLTZ, H. von – *Popular Lectures on Scientific Subjects*, ed. II (trad. de E. Atkinson), London, Longmans, 1881.

HERREL, A., K. HUYGHE, B. VANHOOYDONCK, T. BACKELJAU, K. BREUGELMANS, I. GRBAC, R. VAN DAMME şi D.J. IRSCHICK – „Rapid large-scale evolutionary divergence in morphology and performance associated with exploitation of a different dietary resource", în *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 2008, pp. 4792–4795.

HERREL, A., B. VANHOOYDONCK şi R. VAN DAMME – „Omnivory in lacertid lizards: adaptive evolution or constraint?", în *Journal of Evolutionary Biology,* 17, 2004, pp. 974–984.

HORVITZ, H.R. – *Worms, Life, and Death*, în T. Frängsmyr (ed.), *Les Prix Nobel, The Nobel Prizes 2002: Nobel Prizes, Presentations, Biographies, and Lectures*, pp. 320–351, Stockholm, The Nobel Foundation, 2003.

HUXLEY, J. – *Evolution: The Modern Synthesis*, London, Allen & Unwin, 1942 • *New Bottles for New Wine: Essays*, London, Chatto & Windus, 1957.

JI, Q., Z.-X. LUO, C.-X. YUAN, J.R. WIBLE, J.-P. ZHANG şi J.A. GEORGI – „The earliest known eutherian mammal“, în *Nature*, 416, 2002, pp. 816–822.

JOHANSON, D. şi B. EDGAR – *From Lucy to Language*, New York, Simon & Schuster, 1996.

JOHANSON, D.C. şi M.A. EDEY – *Lucy: The Beginnings of Humankind*, London, Granada, 1981.

JONES, S. – *The Language of the Genes: Biology, History, and the Evolutionary Future*, London, HarperCollins, 1993 • *Almost Like a Whale: The Origin of Species Updated*, London, Doubleday, 1999.

JOYCE, W.G. şi J.A. GAUTHIER – „Palaeoecology of Triassic stem turtles sheds new light on turtle origins“, în *Proceed-ings of the Royal Society of London*, Seria B, 271, 2004, pp. 1–5.

KEYNES, R. – *Annie's Box: Charles Darwin, His Daughter, and Human Evolution*, London, Fourth Estate, 2001.

KIMURA, M. – *The Neutral Theory of Molecular Evolution*, Cambridge, Cambridge University Press, 1983.

KINGDON, J. – *Island Africa*, London, Collins, 1990 • *Self-Made Man and His Undoing*, London, Simon & Schuster, 1993 • *Lowly Origin: Where, When, and Why Our Ancestors First Stood Up*, Princeton şi Oxford, Princeton University Press, 2003.

KITCHER, P. – *Abusing Science: The Case Against Creationism*, Milton Keynes, Open University Press, 1983.

LEAKEY, R. – *The Origin of Humankind*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1994.

LEAKEY, R. şi R. LEWIN – *Origins Reconsidered: In Search of What Makes Us Human*, London, Little, Brown, 1992 • *The Sixth Extinction: Biodiversity and Its Survival*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1996.

LENSKI, R.E. şi M. TRAVISANO – „Dynamics of adaptation and diversification: A 10,000-generation experiment with bacterial populations“, în *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 1994, pp. 6808–6814.

LI, C., X.-C. WU, O. RIEPPEL, L.-T. WANG şi L.-J. ZHAO – „An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China“, în *Nature*, 456, 2008, pp. 497–501.

LORENZ, K. – *Man Meets Dog*, ed. II, London, Routledge, 2002.

MALTHUS, T.R. – *An Essay on the Principle of Population*, New York, Dover, 2007 (prima publicare, 1798).

MARCHANT, J. – *Alfred Russel Wallace: Letters and Reminiscences*, vol. I, London, Cassell, 1916.

MARTIN, J.W. – „The samurai crab", în *Terra*, 31, 1993, pp. 30–34.

MAYNARD SMITH, J. – *The Theory of Evolution* (*Teoria evoluției*), ed. III, Cambridge, Cambridge University Press, 2008.

MAYR, E. – *Animal Species and Evolution*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1963 • *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1982.

MEDAWAR, P.B. – *Pluto's Republic*, Oxford, Oxford University Press, 1982.

MENDEL, G. – *Experiments in Plant Hybridisation*, New York, Cosimo Classics, 2008.

MEYER, R.L. – „Roger Sperry and his chemoaffinity hypothesis", în *Neuropsychologia*, 36, 1998, pp. 957–980.

MILLER, J.D., E.C. SCOTT şi S. OKAMOTO – „Public acceptance of evolution", în *Science*, 313, 2006, pp. 765, 766.

MILLER, K.R. – *Finding Darwin's God: A Scientist's Search for Common Ground between God and Evolution*, New York, Cliff Street Books, 1999 • *Only a Theory: Evolution and the Battle for America's Soul*, New York, Viking, 2008.

MONOD, J. – *Chance and Necessity: An Essay on the Natural Philosophy of Modern Biology*, London, Collins, 1972.

MORRIS, D. – *Dogs: The Ultimate Dictionary of Over 1,000 Dog Breeds*, London, Trafalgar Square, 2008.

MORTON, O. – *Eating the Sun: How Plants Power the Planet*, London, Fourth Estate, 2007.

NESSE, R.M. şi G.C. WILLIAMS – *The Science of Darwinian Medicine*, London, Orion, 1994.

ODELL, G.M., G. OSTER, B. BURNSIDE şi P. ALBERCH – „A mechanical model for epithelial morphogenesis", în *Journal of Mathematical Biology*, 9, 1980, pp. 291–295.

OWEN, D.F. – *Camouflage and Mimicry* , Oxford, Oxford University Press, 1980.

OWEN, R. – „Notes on the anatomy of the Nubian giraffe (*Camelopardalis*)“, în *Transactions of the Zoological Society of London*, 2, 1841, pp. 217–248 • „Notes on the birth of the giraffe at the Zoological Society's gardens, and description of the foetal membranes and some of the natural and morbid appearances observed in the dissection of the young animal“, în *Transactions of the Zoological Society of London,* 3, 1849, pp. 21–28.

OWEN, R.B., R. CROSSLEY, T.C. JOHNSON, D. TWEDDLE, I. KORNFIELD, S. DAVISON, D.H. ECCLES şi D.E. ENGSTROM – „Major low levels of Lake Malawi and their implications for speciation rates in cichlid fishes“, în *Proceedings of the Royal Society of London*, Seria B, 240, 1989, pp. 519–553.

Oxford English Dictionary, ed. II, Oxford, Oxford University Press, 1989.

PAGEL, M. – *Encyclopedia of Evolution*, 2 vol., Oxford, Oxford University Press, 2002.

PANAFIEU, J.-B. de şi P. GRIES – *Evolution in Action: Natural History Through Spectacular Skeletons*, London, Thames & Hudson, 2007.

PENNY, D., L.R. FOULDS şi M.D. HENDY – „Testing the theory of evolution by comparing phylogenetic trees constructed from five different protein sequences“, în *Nature*, 297, 1982, pp. 197–200.

PITTENDRIGH, C.S. – *Adaptation, Natural Selection, and Behavior*, în Roe & Simpson (eds.), 1958.

PRINGLE, J.W.S. – „The gyroscopic mechanism of the halteres of Diptera“, în *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Seria B, *Biological Sciences*, 223, 1948, pp. 347–384.

PROTHERO, D.R. – *Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters*, New York, Columbia University Press, 2007.

QUAMMEN, D. – *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinctions*, London, Hutchinson, 1996.

REISZ, R.R. şi J.J. HEAD – „Palaeontology: Turtle origins out to sea“, în *Nature*, 456, 2008, pp. 450, 451.

REZNICK, D.N., F.H. SHAW, H. RODD şi R.G. SHAW – „Evaluation of the rate of evolution in natural populations of guppies (*Poecilia reticulata*)“, în *Science,* 275, 1997, pp. 1934–1937.

RIDLEY, Mark – *A Darwin Selection*, ed. II revăzută, London, Fontana, 1994 • *Mendel's Demon: Gene Justice and the Complexity of Life*,

London, Weidenfeld & Nicolson, 2000 • *Evolution*, ed. III, Oxford, Blackwell, 2004.

RIDLEY, Matt – *The Red Queen: Sex and the Evolution of Human Nature*, London, Viking, 1993 • *Genome: The Autobiography of a Species in 23 Chapters*, London, Fourth Estate, 1999.

ROE, A. şi G.G. SIMPSON (eds.) – *Behavior and Evolution*, New Haven, Yale University Press, 1958.

RUSE, M. – *Darwinism Defended: A Guide to the Evolution Controversies*, Reading (Massachusetts), Addison-Wesley, 1982.

RUSSELL, B. – *Religion and Science*, Oxford, Oxford University Press, 1997.

SAGAN, C. – *Cosmos*, London, Macdonald, 1981 • *The Demon Haunted World: Science as a Candle in the Dark*, London, Headline, 1996.

SARICH, V.M. şi A.C. WILSON – „Immunological time scale for hominid evolution", în *Science*, 158, 1967, pp. 1200–1203.

SCHOPF, J.W. – *Cradle of Life: The Discovery of Earth's Earliest Fossils*, Princeton, Princeton University Press, 1999.

SCHUENKE, M., E. SCHULTE, U. SCHUMACHER şi J. RUDE – *Atlas of Anatomy*, Stuttgart, Thieme, 2006.

SCLATER, A. – „The extent of Charles Darwin's knowledge of Mendel", în *Georgia Journal of Science*, 61, 2003, pp. 134–137.

SCOTT, E.C. – *Evolution vs. Creationism: An Introduction*, Westport (Connecticut), Greenwood, 2004.

SHERMER, M. – *In Darwin's Shadow: The Life and Science of Alfred Russel Wallace*, Oxford, Oxford University Press, 2002.

SHUBIN, N. – *Your Inner Fish: A Journey into the 3.5 Billion-Year History of the Human Body*, London, Allen Lane, 2008.

SIBSON, F. – „On the blow-hole of the porpoise", în *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 138, 1848, pp. 117–123.

SIMONS, D.J. şi C.F. CHABRIS – „Gorillas in our midst: Sustained inattentional blindness for dynamic events", în *Perception*, 28, 1999, pp. 1059–1074.

SIMPSON, G.G. – *The Major Features of Evolution*, New York, Columbia University Press, 1953 • *Splendid Isolation: The Curious History of South American Mammals*, New Haven, Yale University Press, 1980.

SKELTON, P. – *Evolution: A Biological and Palaeontological Approach*, Wokingham, Addison-Wesley, 1993.

SMITH, J.L.B. – *Old Fourlegs: The Story of the Cœlacanth*, London, Longmans, 1956.
SMOLIN, L. – *The Life of the Cosmos*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1997.
SÖLL, D. şi U.L. RAJBHANDARY – „The genetic code – thawing the 'frozen accident'", în *Journal of Biosciences*, 31, 2006, pp. 459–463.
SOUTHWOOD, R. – *The Story of Life*, Oxford, Oxford University Press, 2003.
STRINGER, C. şi R. McKIE – *African Exodus: The Origins of Modern Humanity*, London, Jonathan Cape, 1996.
SULSTON, J.E. – *C. elegans: The Cell Lineage and Beyond*, în T. Frangsmyr (ed.), *op.cit.*, pp. 363–381.
SYKES, B. – *The Seven Daughters of Eve: The Science that Reveals Our Genetic Ancestry*, London, Bantam, 2001.
THOMPSON, D.A.W. – *On Growth and Form*, Cambridge, Cambridge University Press, 1942.
THOMPSON, S.P. şi M. GARDNER – *Calculus Made Easy: Being a Very-Simplest Introduction to Those Beautiful Methods of Reckoning Which Are Generally Called by the Terrifying Names of the Differential Calculus and the Integral Calculus*, Basingstoke, Palgrave Macmillan, 1998.
THOMSON, K.S. – *Living Fossil: The Story of the Cœlacanth*, London, Hutchinson Radius, 1991.
TRIVERS, R. – *Natural Selection and Social Theory*, Oxford, Oxford University Press, 2002.
TRUT, L.N. – „Early canid domestication: The farm-fox experiment", în *American Scientist,* 87, 1999, pp. 160–169.
TUDGE, C. – *The Variety of Life: A Survey and a Celebration of All the Creatures That Have Ever Lived*, Oxford, Oxford University Press, 2000.
WALLACE, A.R. – *Contributions to the Theory of Natural Selection: A Series of Essays*, London, Macmillan, 1871.
WEINER, J. – *The Beak of the Finch: A Story of Evolution in Our Time*, London, Jonathan Cape, 1994.
WICKLER, W. – *Mimicry in Plants and Animals*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1968.

WILLIAMS, G.C. – *Adaptation and Natural Selection: A Critique of Some Current Evolutionary Thought*, Princeton, Princeton University Press, 1966 • *Natural Selection: Domains, Levels, and Challenges*, Oxford, Oxford University Press, 1992 • *Plan and Purpose in Nature*, London, Weidenfeld & Nicolson, 1996.

WILLIAMS, R. – *Unintelligent Design: Why God Isn't as Smart as She Thinks She Is*, Sydney, Allen & Unwin, 2006.

WILSON, E.O. – *Biophilia*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1984 • *The Diversity of Life*, Cambridge (Massachusetts), Harvard University Press, 1992.

WOLPERT, L. – *The Triumph of the Embryo*, Oxford, Oxford University Press, 1991.

WOLPERT, L., R. BEDDINGTON, J. BROCKES, T. JESSELL, P. LAWRENCE şi E. MEYEROWITZ – *Principles of Development*, London and Oxford, Current Biology / Oxford University Press, 1998.

YOUNG, M. şi T. EDIS – *Why Intelligent Design Fails: A Scientific Critique of the New Creationism*, New Brunswick (New Jersey), Rutgers University Press, 2004.

ZIMMER, C. – *At the Water's Edge: Macroevolution and the Transformation of Life*, New York, Free Press, 1998 • *Evolution: The Triumph of an Idea*, London, Heinemann, 2002.

Credite fotografice

Mulțumiri speciale următoarelor persoane care mi-au dat sfaturi valoroase și m-au călăuzit în alegerea celor mai potrivite și corecte ilustrații, atât în partea de text, cât și în secțiunile de pagini în culori: Larry Benjamin, Catherine Bosivert, Philippa Brewer, Ralf Britz, Sandra Chapman, Jennifer Clack, Margaret Clegg, Daryl P. Domning, Anthony Herrel, Zerina Johanson, Barrie Juniper, Paul Kenrick, Zhe-Xi Luo, Colin McCarthy, David Martill, P.Z. Myers, Colin Palmer, Roberto Portela-Miguez, Mai Qaraman, Lorna Steel, Chris Stringer, John Sulston și Peter Wellnhofer.

PLANȘELE COLOR

p. 1: *Paradisul terestru* (detaliu), tablou de Jan Brueghel cel Tânăr din 1607–1608, Muzeul Luvru, Paris: Lauros/Giraudon/The Bridgeman Art Library.

pp. 2–3: (a) varză sălbatică (*Brassica oleracea*), faleze marine, Dorset: © Martin Fowler/Alamy; (b) spirala legumelor: Tom Poland; (c) Bernard Lavery, deținătorul a 14 recorduri mondiale, arătându-și una dintre verzele gigantice la Spalding, Lincolnshire, 1993: Chris Steele-Perkins/Magnum Photos; (d) floarea-soarelui, Monumentul Național Marile Dune de Nisip, Colorado: © Chris Howes/Wild Places Photography/Alamy; (e) câmp de floarea-soarelui, Hokkaido: Mitsushi Okada/Getty Images; (f) Istețul de la Moulin de Rance, taur britanic din rasa Alb-Albastru Belgian, prezentat de B.E. Newton: Yann Arthus-Bertrand/CORBIS; (g) Kathy Knott, câștigătoarea unui concurs de pozat la Campionatele britanice de culturism din 1996: © Barry Lewis/Corbis; (h) două rase de câini: *chihuahua* și dog danez: © moodboard/alamy.

pp. 4–5: (fundal) pajiște vara, Norfolk: © G&M Garden Images/Alamy; (a) orhidee-cometă (*Angraecum sesquipedale*), Parcul Național Perinet, Madagascar: Pete Oxford/Nature Picture Library și *Xanthopan morgani praedicta*: © Muzeul de Istorie Naturală/Alamy; (b) orhidee-găleată (*Coryanthes speciosa*): © Custom Life Science Images/Alamy; (c) albină ieșind dintr-o orhidee-găleată: fototecă/Oxford Scientific Films; (d) fluture-colibri (*Macroglossum stellatarum*), Elveția: Rolf Nussbaumer/Nature Picture Library; (e) pasăre-soare sud-africană, Cape Town, Africa de Sud: © Nic Bothma/epa/Corbis; (f) pasăre-colibri din specia smarald-andin

(*Amazillia franciae*), Mindo, Ecuador: Rolf Nussbaumer/Nature Picture Library; (g) orhidee-ciocan şi viespe, Australia de Vest: Babs şi Bert Wells/Oxford Scientific Films/fototecă; (h) orhidee din specia *Ophrys holosericea*, atrăgând un bondar: blickwinkel/Alamy; (i, j) primulă de seară (*Oenothera biennis*) în lumină normală şi ultravioletă: ambele Bjorn Rorslett/SciencePhoto Library; (k) orhidee-păianjen (*Brassia rex*), Papua Noua-Guinee: © Doug Steeley/Alamy.

pp. 6–7: (a) pereche de fazani (*Phasianus colchius*): Richard Packwood/Oxford Scientific Films/fototecă; (b) peşti guppy: Maximilian Winzieri/Alamy; (c) călugăriţă orhidee malaeziană (*Hymenopus coronatus*), Malaezia: Thomas Minden/Minden Pictures/National Geographic Stock; (d) nimfă de călugăriţă-frunză, pădurea tropicală amazoniană, Ecuador: © Michael & Patricia Fogen/Corbis; (e) gecko satanic, cu coada în formă de frunză: © Jim Zuckerman/Corbis; (f) omidă care imită un şarpe, pădurea tropicală din Costa Rica.

p. 8: (a) experimentul cu gorila: Simons, D.J. & Chabris, C.F. (1999). „Gorilele printre noi. Orbirea faţă de evenimentele dinamice, susţinută de neatenţie“, în *Perception*, 28, pp. 1059–1074; b) Cravată cu crocoraţe: reprodusă prin amabilitatea lui Josh Timonen; (c) Momeală-insectă: fotografie reprodusă prin amabilitatea lui Graham Owen.

p. 9: *Darwinius massilae*: © Atlantic Productions Ltd/foto Sam Peach.

pp. 10–11: (a) scenă din devonian, de Karen Carr: © Field Museum; (b) fosilă de *Tiktaalik*: © Ted Daeschler/Academia de Ştiinţe ale Naturii/VIREO; (c) *Tiktaalik*, model şi fotografie: copyright Tyler Keillor; (d) lamantin cu pui, Parcul Zoologic Saint-Aignan, 2003: AFP/Getty Images; (e) dugong la Acvariumul din Sydney, 2008: AFP/GettyImages; (f) *Odontochelys*: Marlene Donnelly/prin amabilitatea Muzeului Field.

pp. 12–13: (a, b) enzima hexokinază înghiţind o moleculă de glucoză: prin amabilitatea lui Thomas A. Steitz. (c) reprezentare grafică în secţiune transversală a unei celule animale: Russell/Kightley/Science Photo Library.

pp. 14–15: (a) celulă-ou umană fertilizată şi (b) embrion uman bicelular la 30 de ore: ambele Edelmann/Science Photo Library; (c) embrion uman octocelular la 3 zile şi (d) embrion uman de şaisprezece celule la 4 zile: ambele Dr. Yorgos Nikas/SciencePhoto Library; (e) embrion la 10 zile în pântec, proaspăt fixat de peretele uterului; (f) la 22 de zile, embrionul are o coloană vertebrală curbată, iar tractul neural este deschis la ambele capete; (g) la 24 de zile, embrionul este fixat ferm de peretele uterului, inima îi ajunge până aproape de cap, iar placenta îi face legătura cu uterul; (h) embrion la 25 de zile: toate, fotografii de Lennart Nilsson: © Lennart Nilsson; embrion (i) la 5–6 săptămâni; (j) la 7 săptămâni: ambele Edelmann/Science Photo Library; fetus (k) la 17 săptămâni; (l) la 22 de săptămâni: ambele Oxford Scientific Films/fototecă; (m) bebeluş nou-născut: Getty Images/Steve Satushek.

p. 16: succesiune de imagini cu grauri: dylan.winter@virgin.net.

p. 17: falia San Andreas fotografiată pe Câmpia Carrizzo, în California Centrală: © KevinSchafer/Alamy.

pp. 18–19: (a) diagramă ilustrând vârsta litosferei oceanice, sursele datelor: R.D. Muller, M. Sdrolias, C. Gaina şi W.R. Roest, „Age spreading rates and spreading symmetry of the world's ocean crust" („Ritmuri de extindere cronologică şi simetria extinderii crustei oceanice mondiale"), Geochem.Geophys.Geosyst.9Q04006.doi: 10.1029/2007/GC001743; imagine creată de Elliot Lim, CIRES & NOAA/NGDC, Divizia de Geologie şi Geofizică Marină; date şi imagini disponibile la adresa: http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/; (b) ilustrare grafică a procesului de extindere a fundului de mare: Gary Hincks/Science Photo Library; (c) ilustrare grafică a curenţilor de convecţie: © Tom Coulson/Dorling Kindersley.

pp. 20–21: (a) caldera unui vulcan, insula Fernandina, arhipelagul Galápagos: Patrick Morris/Nature Picture Library; (b) arhipelagul Galápagos privit din spaţiu: Jacques Descloitres, Echipa de Reacţie Rapidă Terestră MODIS, NASA/GSFC; (c), (d), (f), (g) pelican în picaj, insula Seymour; iguană marină înotând, insula Fernandina; ţestoasă de Galápagos, Santa Cruz; şi pelican şi pinguin de Galápagos şi crabi din specia Sally Lightfoot, insula Santiago: toate © Josie Cameron Ashcroft; (e) ţestoasă tipică pentru insula Española, cu carapace în formă de şa (*Geochelone elephantopus*), insula Santa Cruz, arhipelagul Galápagos: Mark Jones/Oxford Scientific Photolibrary.

pp. 22–23: (a) cangur cenuşiu răsăritean (*Macropus giganteus*), Parcul Naţional Murramarang, Noua Galie de Sud: Jean-Paul Ferrero/Ardea; (b) pădure de eucalipţi rară, lângă Norseman, Australia de Vest: Brian Rogers/Natural Visions; (c) urs koala cu pui: fotografie reprodusă prin amabilitatea lui Wendy Blanshard/Lone Pine Koala Sanctuary; (d) ornitorinc cu botul în formă de cioc de raţă (*Ornithorhynchus anatinus*) înotând subacvatic; (e) lemurian cu coada inelată (*Lemur catta*), Rezervaţia Berenty, Madagascarul de Sud: Hermann Brehm/Nature Picture Library; (f) arbore baobab (*Adansonia grandidieri*), Madagascarul de Vest: Nick Garbutt/Nature Picture Library; (g) lemurian, zis sifaka lui Verreaux (*Propithecus verreauxi*), Rezervaţia Berenty, Madagascarul de Sud: (*stânga*) Kevin Schafer/Alamy; (*mijloc*) © Kevin Schafer/Corbis; (*dreapta*) Heather Angel/Natural Visions.

p. 24: pasăre-smintită cu labe albastre (*Sula nebouxii*): (*imaginea principală*) © Michael De Freitas South America/Alamy; (*de sus în jos*) © Westend 61/Alamy; © Fred Lord/Alamy; F1 Online/fototecă; (*cele două de jos*) Nick Garbutt/Photoshot.

p. 25: Clare D'Alberto: © David Paul/dpimages 2009.

pp. 26–27: (a) maimuţă-păianjen, insulele Belize, America Centrală: Cubolimagessrl/Alamy; (b) lemurian zburător mascul, Borneo: Tim Laman/National GeographicStock; (c) liliac egiptean fructivor: © Tim Flach.

pp. 28–29: (a) struţ (*Struthhio camelus*) alergând: © Juniors Bildarchiv/Alamy; (b) cormoran nezburător (*Nannopterum harrisi*), Punta Espinosa, insula Fernandina, arhipelagul Galápagos: © Peter Nicholson/Alamy; (c) cormoran nezburător (*Nannopterum harrisi*) scufundându-se, insula Fernandina, arhipelagul Galápagos: Pete Oxford/Nature Picture Library; (d) *kakapo* (*Strigops harboptilus*), Noua Zeelandă; (e) furnică strângătoare, smulgându-şi aripile înainte de a naşte, desen de John Dawson: National Geographic/Getty Images; (f) salamandră de peşteră (*Proteus anguinus*): Francesco

Tomasinelli/Natural Visions; (g) delfin comun cu botul scurt (*Delphinus delphis*), Golful California, Mexic.

pp. 30–31: (a) cuc european, aruncând ou de gazdă sfrâncioc (*Lanius senator*) din cuib, Spania: © Nature Picture Library/Alamy; (b) leoaică (*Panthera leo*) vânând o antilopă kudu tânără, Parcul Național Etosha, Namibia: © Martin Harvey/Alamy; (c) omidă mare albă (*Pieris brassicae*) cu larve de viespe parazită (*Cotesia glomerata*) părăsind-o pentru a trece în stadiul de pupă: © WILDLIFE GmbH/Alamy; (d) coronament de arbori kapur, Selangor, Malaezia: © Hans Strand.

p. 32: estuarul Amazonului, vedere aeriană: © Stock Connection Distribution/Alamy; (b) usturoi sălbatic (*Allium ursinum*), Cornwall: © Tom Joslyn/Alamy; (c) coline și pășuni, Teritoriul Morgan, California: © Brad Perks Lightscapes/Alamy; (d) mușchi de copac (*Hookeria luscens*), celule de frunze, micrografie cu lumină polarizată, prezentând două celule întregi care conțin cloroplaste: dr. Keith Wheeler/Science Photo Library.

ILUSTRAȚIILE DIN TEXT

Au fost redesenate de HL Studios figurile din text cu următoarele numere: 10, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78 și 81.

Credite individuale:

Figura 1: caricatură de David Sipress din *The New Yorker*, 23 mai 2005: © The New Yorker Collection 2005 David Sipress de la cartoonbank.com. Toate drepturile rezervate.
Figurile 2 și 3: imagini generate de calculator, reproduse prin amabilitatea autorului.
Figura 4: găină din rasa Hamburgh, găină spaniolă și găină poloneză, reproduse după Charles Darwin, *Variația animalelor și plantelor prin domesticire* (1868).
Figurile 5 și 6: mască din teatrul kabuki reprezentând un samurai, detaliu dintr-o sculptură în lemn din secolul XIX, de Utagawa Toyokuni III, fotografie reprodusă prin amabilitatea Muzeului de Istorie Naturală din Los Angeles; *Heikea japonica*, mascul pescuit în golful Ariake, în apropiere de Kyushyum Japonia, 1968, lățime 20,4 mm: fotografie de Dick Meier, reprodusă prin amabilitatea Muzeului de Istorie Naturală din Los Angeles.
Figura 7: două linii evolutive de porumb, selectate pentru concentrația înaltă, respectiv joasă de ulei, grafic reprodus după J.W. Dudley și R.G. Lambert, „Nouăzeci de generații de selecție pentru uleiul și proteina din porumb“, în *Maydica*, 37, 1992, pp. 81–87.
Figura 8: două linii evolutive de șobolani, grafic reprodus după H.R. Hunt, C.A. Hoppert și S. Rosen, „Factori genetici în cariile șobolanilor de laborator“, în R.F. Sognnaes, *Advances in Experimental Caries Research* (*Evoluții în cercetarea cariilor experimentale*), Washington, D.C., American Association for the Advancement of Science, 1955, pp. 66–81.

Figura 9: D.K. Beliaev cu vulpile sale experimentale, Novosibirsk, Rusia, martie 1984, foto RIA Novosti; fotografia inserată, reprodusă după D.K. Beliaev: „Selecția destabilizatoare ca factor în domesticire", în *Journal of Heredity*, 70 (1979), pp. 301–308.
Figura 11: grafic reprodus după A.C. Brooks și I.O. Buss, „Tendințele în dimensiunea fildeșilor la elefanții ugandezi", în *Mammalia*, 26 (1962), pp. 10–34.
Figura 12: grafic reprodus după A. Herrel, B. Vanhooydonck și R. van Damme, „Caracterul omnivor la șopârlele din familia *Lacertidae* – evoluție adaptivă sau constrângere?", în *Journal of Evolutionary Biology,* 17, 2004, pp. 974-984.
Figura 13: fotografie reprezentând o valvă cecală, reprodusă după Herrel, Vandooydonck și Van Damme, *art.cit.*, prin amabilitatea lui Anthony Herrel.
Figurile 14–17: experimentul lui Lenski, grafice reproduse după R.E. Lenski și M. Travisano, „Dinamica adaptării și a diversificării. Un experiment de 10.000 de generații cu populațiile de bacterii", în *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 1994, pp. 6808-6814.
Figura 18: *Lingula*: „Specimen recent de brahiopod *Lingula*, cu pedicul lung ieșind dintre valvele de 5 centimetri lungime ale cochiliei fosfatice", © Muzeul de Istorie Naturală, Londra; *Lingulella*, gravură © Muzeul de Istorie Naturală, Universitatea din Oslo.
Figura 20: *Eomaia scansoria*, Academia Chineză de Științe Geologice, redesenată după Qiang Ji, Zhe-Xi Luo, Chong-Xi Yuan, John R. Wible, Jian-Ping Zhang și Justin A. Georgi, „Cel mai vechi mamifer euterian cunoscut", în *Nature*, 416 (25 aprilie 2002), pp. 816–822.
Figura 21: *Eusthenopteron*, reprodus după S.M. Andrews și T.S. Westoll, „Scheletul post-cranian al speciei *Eusthenopteron foordi* Whiteaves", în *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 68 (1970), pp. 207–329.
Figura 22: *Ichtyostega*, reprodus după Per Erik Ahlberg, Jennifer Clack și Henning Blom, „Scheletul axial al tetrapodului *Ichtyostega* din devonian", în *Nature*, 437 (1 septembrie 2005), pp. 137–140.
Figura 23: *Acanthostega*, reprodus după J.A. Clack, „Apariția tetrapodelor timpurii", în *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 232 (2006), pp. 167–189.
Figura 24: *Panderichthys*, reconstruit după Jennifer A. Clack.
Figura 25: grafic reprodus după D.R. Prothero, *Evoluția. Ce ne spun fosilele și de ce este important*, © 2007 Columbia University Press, prin amabilitatea editorului.
Figura 26: schelet compozit reconstituit de *Pezosiren portelli*. Vedere laterală, lungime cca 2,1 m. Elementele umbrite sunt reprezentate de fosile; elementele neumbrite nu sunt. Lungimea cozii, ca și forma și poziția labelor picioarelor sunt în parte ipotetice. Reprodus după D.P. Domning, „Cel mai vechi sirenian pe deplin patruped cunoscut", în *Nature*, 413 (11 octombrie 2011), pp. 626–627, fig. 1.
Figura 28: grafic modificat, reprodus după W.G. Joyce și J.A. Gauthier, „Paleoecologia țestoaselor cu coadă din triasic aruncă o nouă lumină asupra originilor țestoaselor", în *Proceedings of the Royal Society of London*, 271 (2004), pp. 1–5.
Figura 36: *Sahelanthropus tchadensis*, reconstituire de © Bone Clones.
Figura 37: craniu de fetus de cimpanzeu, reconstituire de © Bone Clones.
Figura 38: cimpanzei adult și pui, fotografii reproduse prin amabilitatea lui Stephen Carr, după Adolf Naef, „Despre formele antropomorfice străvechi și despre filogeneza

craniului uman“, în *Naturwissenchaften*, 14:21 (1926), pp. 472–477. Fotografii originale de Herbert Lang, făcute în timpul expediției din anii 1909–1915 în Congo, a Muzeului American de Istorie Naturală.
Figura 39: Trei tipuri de virus, după Neil A. Campbell, Jane B. Reece şi Lawrence G. Mitchell, *Biology* (*Biologia*), ed. V, fig. 18.2, p. 321: © 1999 Benjamin/Cummings, o divizie a firmei Addison Wesley Longman, Inc. Reprodusă cu permisiunea firmei Pearson Education, Inc.
Figura 41: Graficul neurulării, reprodus prin amabilitatea lui PZ Myers.
Figura 46: Arborele de familie celular al viermelui nematod *Caenorhabditis elegans*, http://www.wormatlas.org.
Figura 47: Harta arhipelagului Galápagos, după Charles Darwin, *Jurnal de cercetări*, ed. I ilustrată, 1890, © Muzeul de Istorie Naturală, Londra.
Figura 48: Arbori de pădure de pe insula Sfânta Elena, prin amabilitatea lui Jonathan Kingdon.
Figura 49: caricatură de John Holden, din Robert S. Diets, „Mai multe despre deriva continentală“, în *Sea Frontiers*, revistă a Fundației Oceanografice Internaționale, martie-aprilie 1967.
Figura 51: Schelet de pterodactil, după P. Wellnhofer, *Pterosaurs*, Londra, Salamander Books, 1991.
Figura 53: Cal polidactil, după O.C. March, „Cai polidactili recenți“, în *American Journal of Science*, aprilie 1892.
Figura 56: Schelet de okapi, după un desen de Jonathan Kingdon.
Figura 59: Craniu de „lup marsupial“ thylacin, S.R. Sleightholme şi N.P. Ayliffe, Baza de Date Internațională a Specimenelor de Thylacini, Societatea Zoologică din Londra (2005).
Figura 61: Rotifer bdeloid, după Marcus Hartog, „Rotifera, gastrotricha, and kinorhyncha“, în *The Cambridge Natural History*, vol. II (1896).
Figura 63: „Diferite specii de crabi şi raci“, după Ernst Haeckel, *Kunstformen der Natur*, 1899–1904.
Figura 64: Grafice reproduse după D'Arcy Wentworth Thompson, *Despre creştere şi formă* (1917).
Figura 67: „Legea lui Hodgkin“, reprodusă prin amabilitatea lui Jonathan Hodgkin.
Figura 68: Arbore filogenetic, după David Hillis, Derrick Zwickl şi Robin Gutell, Universitatea statului Texas din Austin, la adresa: http://www.zo.utexas.edu/faculty/antisense/DownloadfilesToL.html.
Figura 72: *Arhanguera*, după John Sibbick.
Figura 73: Femelă de *Thaumatoxena andreinii silvestri*, după R.H.L. Disney şi D.H. Kistner (1992), pp. 953–991.
Figura 79: Grafic reprodus după R-.J. Berry şi A. Hallam, *The Collins Encyclopedia of Animal Evolution*, 1986.
Figura 80: Disecția unei girafe, fotografie de dr. Joy S. Reidenberg.
Figura 81: Grafic reprodus după George C. Williams.

Au fost întreprinse toate eforturile pentru a da de urma deținătorilor de copyright. În cazul în care vreunul dintre ei a fost omis, editorul doreşte să fie informat, astfel încât recunoaşterea corespunzătoare să fie marcată într-o viitoare ediție a cărții de față.

Cuprins

Prefață 5

1. O teorie şi-atât? 9
   Ce este o teorie? Ce este o realitate? 16
2. Câini, vaci şi verze 28
   Mâna moartă a lui Platon 29
   Modelarea bazinului genetic 35
3. Calea uşoară către macroevoluție 54
   Insectele – primii îmblânzitori 55
   Tu eşti selecția mea naturală 65
   Dinții şobolanilor 82
   Iarăşi despre câini 84
   Iarăşi despre flori 91
   Natura ca agent de selecție 96
4. Redu la tăcere şi frânează timpul 98
   Inelele copacilor 101
   Ceasurile radioactive 105
   Carbonul 118
5. Sub ochii noştri 124
   Şopârlele de pe insula Pod Mrcaru 127
   Evoluția în laborator a 45 000 de generații 130
   Peştii guppy 148
6. „Veriga lipsă“? Cum adică lipseşte? 157
   „Arată-mi o crocorată!“ 165
   „O să cred în evoluție când oi vedea o maimuță aducând pe lume un pui de om.“ 168

Periculoasa moştenire a Marelui Lanţ al Fiinţei 168
Ieşirea din mare 174
„Trebuie să ies înapoi pe mare“ 184
Post-scriptum 196
7. Oameni lipsă? Nu mai lipsesc! 197
Eu tot mai sper, al naibii ce sunt…! 202
Du-te şi uită-te! 214
8. Nu v-au trebuit decât nouă luni 224
Fără coregrafie 226
Analogii pentru dezvoltare 234
Celule modelate precum graurii 243
Enzimele 249
Viermii vor cerceta… 257
9. Fiecare continent, o arcă 267
Cum se nasc specii noi 268
„…ne putem într-adevăr închipui…“ 271
S-a mişcat Pământul? 288
10. Arborele înrudirilor 301
Osul de os legat 301
Fără împrumuturi 311
Crustaceele 320
Ce-ar fi făcut D’Arcy Thompson cu un calculator? 324
Comparaţii moleculare 330
Ceasul molecular 346
11. Istoria scrisă pe noi 355
Aripi odinioară mândre 361
Ochii care nu se văd 369
Proiectul neinteligent 374
12. Cursa înarmărilor şi „teodiceea evoluţionistă“ 393
Economia solară 393
Fugi, ca să rămâi pe loc 400
O teodicee evoluţionistă? 411
13. Există o măreţie în această viziune asupra vieţii 419
„Din bătăliile naturii, din foamete şi moarte“ 420
„Cel mai important lucru pe care-l putem concepe“ 422
„Însufleţite iniţial“ 424

„În câteva forme sau numai într-una singură“ 430
„În timp ce planeta noastră își continuă rotația după legea imuabilă a gravitației“ 432
„Dintr-un început atât de simplu“ 438
„Nenumărate forme dintre cele mai frumoase și mai minunate au evoluat și continuă încă să evolueze“ 445

Apendice. Negaționiștii istoriei 451
Bibliografie și lecturi suplimentare 461
Credite fotografice 473